22900369340

Med
K3106

Joseph Mitchell

Henri van Heurck

LE

MICROSCOPE

Ouvrages du même auteur

ET A OBTENIR

chez lui, rue de la Santé, 8 à Anvers.

Antwerpsche analytische Flora, door Henri Van Heurck en I.-J. De Beucker; Antwerpen, 1e deel 1861 . . . . . Fr. 3.—

Prodrome de la Flore du Brabant, par Henri Van Heurck et Alfred Wesmael; in-8°, 1862 . » 1.25

Flore médicale Belge, par Henri Van Heurck et le Dr Victor Guibert; un volume in-8° de 450 pages, Louvain, 1864 . . . . . » 4.—

Herbier des plantes rares ou critiques de Belgique, par Henri Van Heurck. Sept fascicules sont publiés. Prix du fascicule. . . . . » 10.—

Notice sur un nouvel objectif à immersion construit par E. Hartnack, suivie de recherches sur le Navicula affinis; in-8° de 8 pages avec pl. » 1.—

Notice sur une prolification axillaire floripare du Papaver setigerum DC.; in-8° avec pl. . . » 1.—

De la fécondation dans l'Hyacinthus orientalis et le Narcissus Jonquilla; in-8° avec pl. . . » 0.50

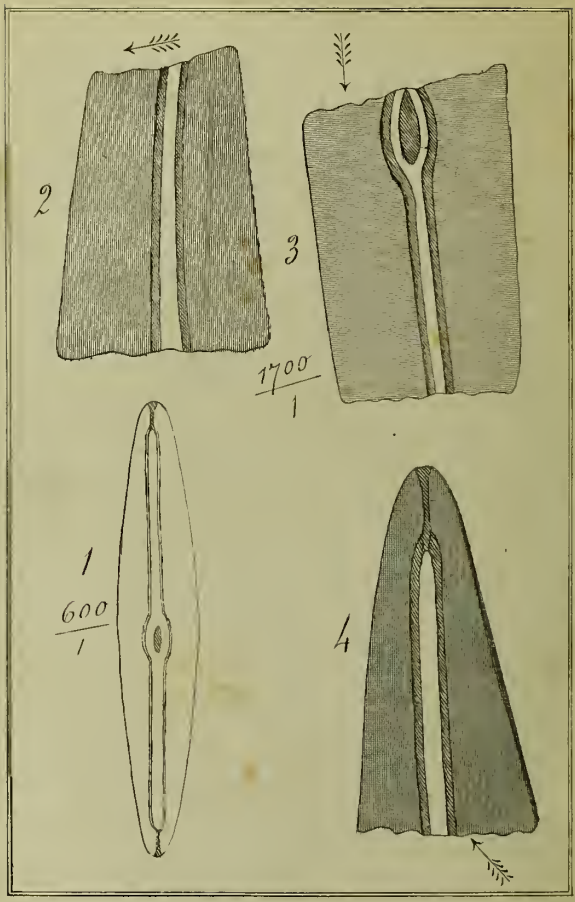
Notice sur les collections botaniques de M. Henri Van Heurck, par M. Victor Hamels, conservateur de ces collections . . . . . » 1,00

Collections Botaniques de M. Henri Van Heurck (rue de la Santé 8), ouvertes journellement aux botanistes.

Voir la note après le titre.

Digitized by the Internet Archive
in 2016

https://archive.org/details/b2809041x



Vanhourckia viridula, Brob.

42550

LE MICROSCOPE

SA CONSTRUCTION, SON MANIEMENT ET SON APPLICATION AUX

ÉTUDES D'ANATOMIE VÉGÉTALE

PAR

HENRI VAN HEURCK

CHEVALIER DE L'ORDRE ROYAL DE LA COURONNE D'ITALIE

Professeur de chimie à l'École industrielle et de botanique au KRUIDKUNDIG GENOOTSCHAP d'Anvers, Président de la Societe Phytologique et Micrographique de Belgique, Vice-président de la Société Botanique d'Anvers, membre correspondant de l'Académie royale des Sciences de Barcelone, de la Société de climatologie algérienne à Alger, de la Société d'horticulture du Rhône à Lyon, de l'Association scientifique d'Anvers, des Sociétés Linnéenne de Bruxelles, d'Agriculture du Condruz, d'Arboriculture de Louvain, etc.,etc

---

Deuxième Édition

remaniée, augmentée et contenant un résumé d'anatomie végétale

AVEC PLANCHES ET FIGURES DANS LE TEXTE

Ouvrage couronné par la Société royale d'Horticulture

ANVERS

FÉLICIEN BAGGERMAN, LIBRAIRE-ÉDITEUR.

1869

Note sur les Collections Botaniques

DE

M. Henri VAN HEURCK.

Les collections botaniques de M. Henri Van Heurck sont journellement accessibles aux botanistes. Elles comprennent une riche bibliothèque et un vaste herbier. Celui-ci, qui fût commencé vers 1780, renferme au moins 60,000 espèces et eût pour base l'herbier particulier du célèbre voyageur le Dr Sieber, de Prague, qui pendant plus de vingt ans parcourut, en herborisant, toutes les régions du globe. En 1837, peu avant la mort de Sieber, ses collections passèrent entre les mains du baron von Reichenbach de Vienne, qui les augmenta continuellement et qui, à son tour, prévoyant sa fin prochaine (arrivée en février 1869, à l'âge de 84 ans), les céda en 1867 à M. Henri Van Heurck qui les fondit dans son propre herbier.

En 1868 seul, quarante mille espèces y ont été ajoutées par M. Henri Van Heurck. Par suite d'un système spécial d'étiquettes on peut retrouver sans peine ce qui appartient à chacun de ces herbiers, quoique le tout soit réuni ensemble en un herbier général. Ces herbiers contiennent presque toutes les collections classiques publiées depuis le commencement de ce siècle jusqu'à présent et un nombre considérable de types des botanistes les plus célèbres : Linné, Jacquin, Horneman, Schrader, Link, A. P. de Candolle, Gussone, Tenore, Savi, Parlatore etc.

Un grand nombre de familles ont été revues par des monographes distingués : Endlicher, Parlatore, Spring, Planchon, Crepin etc. et les autres ont été et seront successivement comparées avec l'herbier-type du Prodromus, par M. le Dr Muller, d'Argovie, conservateur de l'herbier de M. de Candolle.

A MONSIEUR

ADAN

DIRECTEUR GÉNÉRAL DES CONTRIBUTIONS DIRECTES, DOUANES

ET ACCISES DE BELGIQUE

COMMANDEUR

DES ORDRES DE LÉOPOLD, DE LA LÉGION D'HONNEUR

ETC., ETC.

Hommage d'amitié et de haute estime
HENRI VAN HEURCK

LLCOME INSTITUTE
LIBRARY
welMOmec
QH

Préface de la deuxième Édition.

A l'époque où fut rédigée la première édition de ce éléments de micrographie appliquée à l'étude anatomiqu des tissus végétaux, il n'existait encore aucun ouvrag français qui pût initier les élèves aux manipulation délicates qu'exigent des recherches scientifiques difficiles mais pleines de charmes. Nous avions cédé aux instance de quelques amis qui, peu familiers avec l'anglais e l'allemand, ne pouvaient consulter les livres excellent publiés dans ces deux langues. Le hasard fit qu'a moment même où l'on mettait en vente notre opus cule, paraissait la traduction française de la 3e éditio du traité de Schacht. « Le microscope et son appli cation à l'étude de l'anatomie végétale », traductio commencée sous de funestes auspices; car à pein Schacht venait-il de terminer son œuvre de révision, ave toute la conscience dont il était capable, qu'une mor prématurée l'enlevait à ses amis, à ses admirateurs, d'importants travaux qui eussent encore augmenté un réputation si grande déjà et si justement établie. L traducteur de Schacht, Paul Dalimier, mourait presqu au début de son entreprise, et celle-ci eut été aban donnée sans l'initiative de M. Jules Dalimier, qu regarda comme un pieux devoir d'achever le travail d son frère. Malgré la terrible concurrence que semblai devoir faire à notre modeste tentative l'apparition d'u livre réputé, à juste titre, excellent et mis au niveau de connaissances actuelles par le maître lui-même, notr première édition s'écoula si rapidement que trois moi après son apparition on nous en demandait une seconde Quelque flatteur que soit ce résultat, nous ne nous faison

pas illusion sur la valeur de notre essai. Nous n'avons nullement la prétention de lutter avec un maître qui nous a honoré de son amitié et souvent aidé de ses conseils. Notre livre plus élémentaire que le sien, supposant moins de connaissances préalablement acquises, n'est en somme qu'une introduction à des écrits d'un ordre plus élevé. Guider les premiers pas de l'apprenti micrographe dans la carrière, déblayer la route devant lui, voilà le modeste rôle que nous nous sommes réservé. C'est afin d'écarter le plus possible les obstacles que nous sommes entré dans des détails qui paraîtront sans doute puérils aux personnes expérimentées, mais dont le débutant nous saura gré. C'est encore pour faciliter l'étude des organes que nous avons choisi nos exemples parmi des plantes vulgaires, que chacun peut se procurer aisément et examiner sans trop de peine. Au moyen de nos instructions, on pourra former à peu de frais et presque en tout lieu une collection systématique de préparations fort intéressantes, permettant d'observer et de démontrer tous les faits principaux de l'anatomie végétale. Plus tard, lorsque l'éducation de l'œil et de la main sera faite, quand on saura manier le microscope et le scalpel, on pourra aborder résolument les questions les plus ardues de la phytotomie en s'aidant d'ouvrages plus complets et plus savants.

Nous croyons inutile d'établir un parallèle entre cette édition et la première. Énumérer les additions ou les corrections importantes faites au travail primitif serait superflu et fastidieux. Nous nous bornerons à faire observer que ce livre est réellement un travail nouveau : du reste la plus légère comparaison entre les deux textes suffira pour s'assurer du fait.

Bon nombre d'observations et de pratiques nous sont personnelles ; d'autres nous ont été fournies par des savants les plus distingués. En faisant des emprunts, nous nous sommes toutefois imposé l'obligation de répéter nous-même les expériences, afin d'être parfaitement sûr qu'en suivant la marche indiquée on obtiendra le résultat cher-

ché. Tous les faits avancés ici ont donc été contrôlés à maintes reprises et l'on peut compter sur leur exactitude.

Pour terminer cette courte préface, rendons justice à qui de droit en citant tout d'abord quelques-unes des sources où nous avons puisé. En première ligne, viennent les traités du Dr Hermann Schacht « Das Mikroskop » et « Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Gewächse ». Disons aussi que c'est de lui que nous tenons une foule de procédés ingénieux, et que nous avons consulté fréquemment un grand nombre d'admirables préparations que nous devons à son affectueuse bienveillance.

M. le professeur Harting, d'Utrecht, dont tous les savants connaissent l'importante publication intitulée « Das mikroskop », a bien voulu nous aider de ses lumières.

La 2e édition de son livre, véritable encyclopédie de micrographie, nous a fourni de précieux renseignements.

Enfin Mme Legrelle-d'Hanis, d'Anvers, a généreusement mis à notre disposition ses magnifiques collections, dont la réputation est européenne ; M. le professeur John Belleroche, également d'Anvers, et M. le directeur général Adan, M. J. Villot, sécrétaire général des musées impériaux, à Paris, M. Charles de Pitteurs de Zepperen, docteur en sciences, et M. l'abbé Vandenborn, nous ont signalé bien des faits intéressants, de même que notre excellent ami, M. le professeur Fr. Crépin, qui nous a assisté dans la fastidieuse besogne de la correction des épreuves. Toutes ces personnes ont droit à nos sincères remerciments.

LE MICROSCOPE.

PREMIÈRE PARTIE.

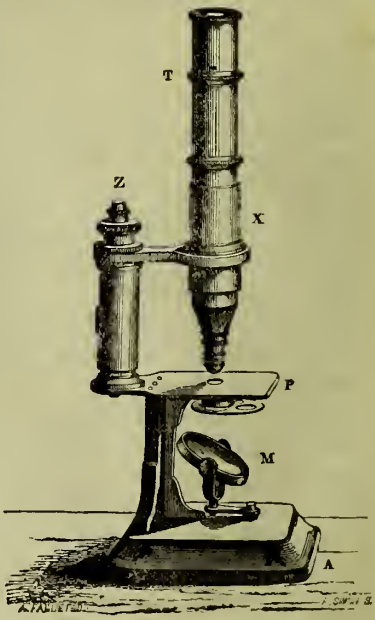
INTRODUCTION.

On a longtemps ignoré quel était l'inventeur du microscope et ce n'est que dans ces dernières années que la question a été complétement élucidée. Il paraît maintenant hors de doute que l'invention fut faite vers 1590 par Jean Janssen et par son fils Zaccharie, tous deux fabricants de lunettes à Middelbourg en Hollande.

Nous ne nous arrêterons pas à la théorie de l'instrument, pour laquelle nous renvoyons aux traités de physique.

On distingue deux espèces de miscroscopes : le microscope simple ou loupe montée, dans lequel l'objet est agrandi, soit par une seule lentille, soit par deux lentilles faisant l'office d'une seule ; et le microscope composé, où l'image formée par la première lentille est, à son tour, amplifiée par une autre de puissance moindre.

Le miscroscope composé est formé essentiellement de deux lentilles : l'une, d'une forte courbure, est placée près de l'objet à examiner, et de là son nom de lentille objective ou simplement l'*objectif* ; l'autre, d'une courbure moindre, est placée près de l'œil et se nomme l'*oculaire*. Nous verrons cependant plus tard qu'on interpose une troisième lentille appelée *verre de champ*, et qui est placée entre celles que nous venons de nommer. L'oculaire et l'objectif sont fixés aux deux extrémités du *tube* (fig. 1, T).



Ce tube mobile peut être plus ou moins rapproché d'une petite table nommée *platine* (fig. 1, P), sur laquelle on place les objets à examiner. Ce appro-

chement se fait moyen de certaines combinaisons désignées sous le nom général de *mouvements* (fig. 1, X et Z).

La platine est percée à son centre d'une *ouverture* par où arrive sur l'objet la lumière, soit concentrée par un miroir concave, soit simplement, réfléchie par un miroir plan (fig. 1, M).

Sous l'ouverture de la platine, se trouvent les *diaphragmes* qui permettent de diminuer la lumière envoyée par le miroir.

Enfin tout l'instrument est supporté par un *pied* (fig. 1, A).

Le microscope proprement dit ne se compose que de ces seules parties. Tout le reste, dont nous parlerons plus tard, n'est jamais rigoureusement nécessaire ; et, pour celui qui possède bien le maniement de l'instrument, il est presque toujours possible d'observer les préparations transparentes les plus délicates sans le secours d'aucun autre moyen.

LIVRE PREMIER.

DE LA

CONSTRUCTION DU MICROSCOPE.

CHAPITRE PREMIER.

DU MICROSCOPE COMPOSÉ.

DIVISISION PREMIÈRE.

DES PARTIES ESSENTIELLES.

§ 1er. — Du pied.

Peu importe la forme du pied du microscope ; l'essentiel c'est que ce pied soit bas et suffisamment lourd pour que l'instrument ne puisse être renversé facilement. Remarquons cependant que la forme en fer à cheval, généralement adoptée pour les grands instruments, est excellente. La forme en tambour est beaucoup moins convenable,

parce que cette forme ne permet l'usage de la lumière oblique qu'avec le secours d'une pièce spéciale dite *prisme oblique*, et, dans ce cas encore, on ne peut obtenir cette lumière que sous un angle toujour identique, ce qui présente des inconvénients souvent fort sérieux.

§ 2. — Du tube.

Le tube est mobile ou immobile, c'est-à-dire qu'il va vers l'objet à examiner ou que cet objet se rapproche de lui. Dans le premier cas le mouvement s'imprime au moyen d'une crémaillère ou tout simplement en faisant glisser le tube à la main et par frottement dans un autre tube disposé à cet effet. Ce second procédé, qui est plus expéditif, est généralement préféré et il présente pour l'observateur l'avantage de l'exposer moins à heurter l'objectif contre la préparation et par conséquent à endommager l'un ou l'autre.

Le tube doit avoir une longueur d'environ 20 centimètres. Il convient de le choisir composé de deux pièces glissant l'une dans l'autre. L'avantage de cette combinaison c'est non-seulement qu'il permet d'augmenter ou de diminuer le grossissement, en allongeant ou en raccourcissant le tube à volonté, mais en outre on parvient de cette façon à mieux corriger ce qui reste d'aberrations de phéricité des

objectifs. On peut aussi, comme l'a proposé M. Harting, faire graver sur le tube intérieur une échelle divisée en millimètres et noter quelle est la hauteur ou la longueur du tube la plus convenable pour chaque combinaison d'oculaire et d'objectif.

Les oculaires doivent entrer à frottement dans la partie supérieure du tube. Anciennement, ils s'y adaptaient au moyen d'un pas de vis, mais l'on a, avec raison, renoncé à cette combinaison qui faisait perdre beaucoup de temps.

Les objectifs s'adaptent au tube, soit par une baïonnette, soit par un pas de vis. Le dernier procédé est généralement préféré, bien que le premier exige moins de temps et soit tout aussi convenable. Le pas de vis ne doit être ni trop fin ni trop court.

La plupart des opticiens noircissent l'intérieur du tube ; Ch. Chevalier le tapissait de velours noir. Disons les deux procédés sont également bons.

---

§ 3. — De la platine.

Le tube étant mobile, la platine est nécessairement fixe. L'avantage de cette disposition, c'est de permettre l'emploi d'une platine aussi pesante qu'on peut le désirer et suffisamment grande pour que l'on puisse y appuyer les deux mains.

Dans les grands instruments, la platine est dite à tourbillon. Dans ce cas, elle est formée de deux plaques ou disques superposés et disposés de telle façon que la plaque supérieure peut faire un tour complet sur son axe et que toutes les faces de l'objet que l'on examine peuvent être présentées successivement à l'éclairage, le miroir restant immobile. Cette disposition est extrêmement utile, mais les difficultés que présente la construction de ce mécanisme augmentent de beaucoup le prix de l'instrument.

La platine porte deux *valets*, miniatures de ceux que l'on met sur les établis de menuisier. Ils servent à fixer le porte-objet ou lame de verre sur laquelle l'objet est placé.

Enfin on construit aussi des platines mobiles, dans lesquelles, en tournant un bouton, on peut faire parcourir toutes les parties du champ à l'objet soumis à l'examen. Les micrographes du continent n'emploient guère cette platine mobile, que l'on

appelle encore *chariot*; ils trouvent plus de sûreté et plus de célérité dans l'usage des doigts. Cependant le chariot présente une utilité réelle, alors qu'on est à la recherche d'un objet particulier mêlé à une foule d'autres tout différents, parce qu'une fois cet objet trouvé, on est certain de le maintenir en vue, résultat que les doigts les mieux exercés ne permettent pas toujours d'obtenir.

§ 4. — Du mouvement.

Un microscope bien construit possède un mouvement du tube lent et un mouvement rapide.

Le mouvement rapide, dont on se sert généralement, consiste à faire glisser le tube du microscope dans un second tube de laiton dont les parois sont en partie découpées en lanières au moyen de la scie et font office de ressorts. Comme nous l'avons déjà dit, ce moyen peut être préféré à un engrenage, mais en ceci il n'y a pas de règle précise: tout dépend de l'habitude.

Le mouvement lent s'obtient au moyen de deux tubes accessoires glissant l'un dans l'autre. Le tube extérieur est percé d'une rainure, dans laquelle glisse un coulisseau fixé au tube intérieur et servant à empêcher le tube extérieur de tourner sur son axe. Un ressort en boudin tend à faire sortir

les deux tubes l'un de l'autre, mais le tube extérieur, qui est fermé à sa partie supérieure, présente une ouverture centrale par où passe une tige d'acier fixée au fond du tube intérieur et présentant à sa partie supérieure un pas de vis très-fin, sur lequel un écrou mobile permet de faire monter ou descendre le tube extérieur auquel est fixé le tube principal du microscope.

Comme ce système est sujet à l'usure et présente parfois quelque ballottement, alors surtout que l'on emploie les forts grossissements, M. Hartnack, l'habile opticien, y a renoncé depuis peu. Dans les grands instruments de ce constructeur, les deux tubes accessoires sont triangulaires et un fort ressort plat fixé au tube extérieur et s'appuyant continuellement contre le tube intérieur sert à donner une pression toujours égale et empêche tout ballottement.

§ 5. — Du réflecteur.

Le miroir des grands microscopes est toujours double : plan d'un côté, il présente de l'autre une surface concave creusée de telle façon que son foyer tombe précisément sur le porte-objet posé sur la platine.

Le miroir plan sert pour les grossissement faibles

et le miroir concave, pour les grossissements forts

Nous avons déjà parlé du défaut des instruments à pied en forme de tambour. Ce qu'il faut, c'est un miroir réflecteur disposé de telle façon qu'il puisse renvoyer la lumière directement ou obliquement à volonté ; or cela n'est pas possible avec le pied dont nous venons de faire mention, tandis que si le pied est en fer à cheval, il est toujours facile d'attacher le réflecteur de manière à ce qu'au moyen des articulations ou du mouvement de sa tige, on puisse l'éloigner de la verticale et renvoyer ainsi sur l'objet examiné les rayons lumineux, par un angle plus ou moins ouvert, en dehors de l'axe du tube.

Lorsque l'instrument est accompagné du système d'éclairage de Dujardin, M. Hartnack remplace le miroir plan par un prisme, afin de n'avoir qu'une seule réflexion. Le miroir en donne deux ; l'une à

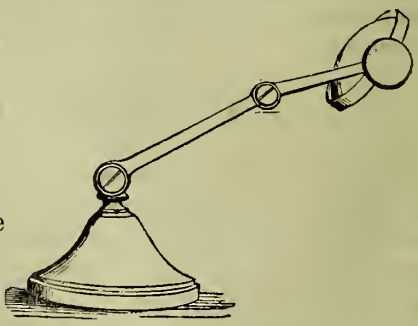


Fig. 2.

la surface inférieure et qui se confond avec l'étamage. Cette double réflexion ne présente point d'inconvénient dans l'éclairage ordinaire.

Lorsqu'au lieu d'avoir affaire à des objets transparents, on examine des corps opaques, on les éclaire de côté au moyen d'une loupe. Celle qui accompagne les grands instruments de M. Hartnack a 7 centimètres de diamètre et concentre suffisamment de lumière même par un temps sombre. Celle que fournit M. Arthur Chevalier et que nous figurons ci-contre (fig. 2) est aussi fort convenable. M. Chevalier, outre la loupe, accompagne parfois ses instruments d'un miroir de Lieberkhun en verre étamé. Cet appareil (fig. 3.) rejette sur l'objet les rayons envoyés par le miroir.

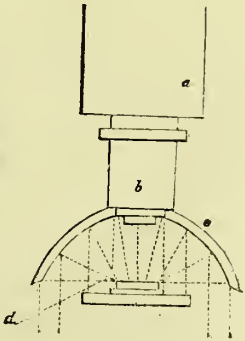


Fig. 3.

—

§ 6. — Des diaphragmes.

On peut distinguer deux espèces de diaphragmes : 1° les uns qui enlèvent une partie des rayons périphériques du faisceau de lumière envoyé par le miroir; 2° les autres qui enlèvent une partie des rayons du centre.

Pour remplir le premier but, on emploie, soit une plaque percée de trous de divers diamètres et placée de façon à ce que chacun de ces trous puisse venir se présenter sous l'ouverture de la platine, soit un tube pouvant porter dans sa partie supérieure des rondelles de laiton percées de trous de grandeur différente et susceptibles de se rapprocher ou de s'éloigner de la platine.

Ce second moyen, qui permet une meilleure graduation de l'éclairage, est préférable.

Pour enlever une partie des rayons du centre du faisceau de lumière, ce qui est souvent utile pour distinguer des détails très-délicats, on peut coller sur un diaphragme à large ouverture une plaque de verre dont le centre est couvert d'une petite rondelle noire, ou bien encore, comme le fait M. Hartnack, fixer pareille rondelle au centre d'un diaphragme au moyen trois de tiges minces en laiton.

§ 7. — Des objectifs et des oculaires.

L'objectif, étant la partie la plus importante du microscope, ne saurait être construit avec trop de soin.

Anciennement les objectifs n'étaient point achromatiques ; aussi les bonnes observations étaient-elles presque impossibles, parce que les objectifs montraient les objects entourés de bandes bleues, rouges, etc.

Ce fut en 1823 que Charles Chevalier construisit le premier des lentilles achromatiques à court foyer et imagina d'en superposer plusieurs, et c'est à dater de ce moment que le microscope composé a acquis la haute valeur scientifique qu'il possède aujourd'hui.

Pour obtenir une lentille achromatique, on réunit, au moyen du baume de Canada, ou ce qui vaut mieux (à cause des cristallisations qui se forment parfois dans le baume et mettent la lentille hors d'usage) au moyen de la térébenthine de Venise, une lentille biconvexe en crown, à une lentille plano-concave ou biconcave de flint et on la dispose dans sa monture de telle façon que la surface plane soit tournée vers l'objet.

Cependant, comme avec des lentilles ainsi construites il y a toujours plus ou moins d'arberration de sphéricité, on en superpose plusieurs dans la même monture et on forme ainsi ce qu'on appelle un système achromatique, lequel, à grossissement égal, présente ce défaut à un bien moindre degré.

On réunit d'ordinaire 3 lentilles de grossissement inégal et on les monte ensemble de telle façon que la plns puissante soit la plus rapprochée et la faible, la plus éloignée de l'objet.

Dans le principe, on cherchait à construire chacune de ces lentilles prise isolément aussi achromatique que possible. Les meilleurs fabricants d'aujourd'hui ont renoncé à ce système. Ils combinent maintenant leurs objectifs de telle façon que la lentille médiane seule soit parfaitement achromatisée; que la supérieure, trop corrigée (c'est-à-dire que le flint y prédomine), donne une bordure bleue à l'objet soumis à l'examen, et l'inférieure, trop peu corrigée (souvent formée de crown seul), une bordure rouge. Le résultat de cette combinaison est de fournir un achromatisme plus parfait, et par suite aussi de donner plus de clarté.

En 1829, Amici remarqua le premier que des objectifs puissants, qui donnaient une image parfaitement nette, quand on examinait les objets non

recouverts d'un verre, n'en donnaient plus une aussi bonne quand on couvrait l'objet et de plus que la netteté de l'image augmentait ou diminuait selon l'épaisseur de ce verre ou couvre-objet. Pour remédier à ce défaut, qui résulte de l'aberration de sphéricité, Amici construisit ses objectifs de manière à qu'ils dussent tous être employés avec des couvre-objets d'une épaisseur déterminée.

En 1837, le célèbre opticien anglais Ross, qui ignorait la découverte d'Amici, fit la même observation et, pour y remédier, il imagina les objectifs à correction.

Dans ce genre d'objectifs à correction simple, tels qu'ils étaient construits jusqu'à présent par MM. Nachet, Hartnack, Chevalier, etc., les deux dernières lentilles (par rapport à l'œil regardant à travers l'oculaire) occupent entre elles une position invariable. Elles sont fixées dans la partie C, figure 4, faisant corps avec le tube extérieur D. Elles peuvent monter ou descendre, en conservant toujours leur distance réciproque primitive, le long d'un tube intérieur portant la première lentille, et cela à l'aide du collier A, muni intérieurement d'un pas de vis. Lorsqu'on fait tourner ce collier dans un sens (en *vissant*), on rapproche les deux dernières lentilles de la première ; en lui imprimant un mouvement contraire (en *dévissant*), on les éloigne. La

languette B limite la course de ces deux genres de rotation. Lorsqu'elle se trouve au milieu de la fente, l'espace vide est le même au-dessus et en dessous, et la correction est réglée pour des lamelles couvre-objets d'une épaisseur moyenne, soit un dixième de millimètre. Quand la languette touche le bord inférieur de la fente, les lentilles étant aussi rapprochées que possible, la correction convient aux épaisseurs de verre les plus fortes que l'objectif puisse souffrir. Il va sans dire que si la languette butte contre le bord supérieur de la fente, le contraire a lieu. L'invention des objectifs a correction tels que nous venons de les décrire a rendu de grands services à la micrographie. Cependant le dernier mot n'avait pas encore été dit sur cette question, lorsque M. Hartnack, il y a peu de mois, imagina de remplacer la correction simple par la correction double dans les très-forts objectifs. En effet, le changement apporté à la distance qui sépare une lentille des deux autres, gardant invariablement leur position primitive, ne neutralise qu'approxi-

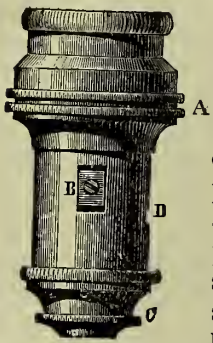


Fig. 4. Objectif à correction simple ou double. Aspect extérieur.

mativement l'influence des divers degrés d'épaisseur du couvre-objet, et ne produit une correction à peu près suffisante que si les limites entre lesquelles varie cette épaisseur sont très-restreintes. Pour obtenir une correction bien plus parfaite, on doit, dans des proportions déterminées et suivant la nature de l'objectif, pouvoir changer la distance existant entre les trois lentilles dont celui-ci est formé. En conséquence, si l'on considère une des lentilles immobile, il faut que les deux autres, à l'aide d'un certain mécanisme, s'en rapprochent ou s'en écartent, mais en modifiant en même temps leur position réciproque d'une certaine quantité qui est en raison directe de leur force de grossissement.

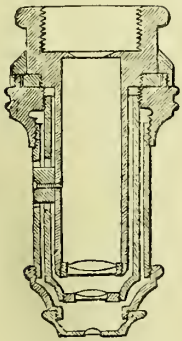


Fig. 5. Objectif à correction double. Coupe verticale.

La figure 5, qui représente une coupe verticale de cet objectif, indique, sans qu'il soit besoin d'entrer dans de longues explications, la place occupée par les lentilles et le mécanisme d'un objectif à correction double et tel qu'il a été imaginé par M. Hartnack.

Le maniement des objectifs à correction simple et à correction double est exactement le même. Dans le dernier

cas, le collier agit simultanément sur les deux lentilles mobiles et les fait marcher d'une vitesse inégale, mais proportionnelle, sans que l'observateur ait besoin de s'en occuper. La seule différence entre les deux systèmes, c'est que, avec la correction double, en *dévissant* l'anneau, on rapproche les lentilles, tandis qu'en les *vissant* on les éloigne. Au surplus, on peut graver sur le collier une série de divisions, numérotées de 0 à 9, qui permettent de trouver sans tâtonnement, après une première constatation, la correction à faire pour obtenir la meilleure image d'une préparation déterminée. On inscrit ce chiffre sur l'étiquette qu'elle porte et l'on évite ainsi de recommencer de nouveaux essais.

Tels étaient les objectifs les plus puissants, c'est-à-dire les objectifs ordinaires munis d'un appareil de correction simple, lorsqu'en 1855 l'illustre Amici apporta à Paris un nouveau système de lentilles qui fut depuis imité par plusieurs constructeurs. Cet objectif est appelé à immersion. Dans ce système, la lentille inférieure plonge dans une goutte d'eau déposée sur le couvre-objet. L'effet produit par cette combinaison est extrêmement remarquable ; les test-objets les plus difficiles se montrent avec facilité et les images acquièrent une netteté et une beauté supérieures.

Nous allons expliquer la cause de cette supériorité des objectifs à immersion sur les objectifs ordinaires ou objectifs à sec.

Lorsqu'on est obligé de recourir à des objectifs ordinaires d'un fort grossissement, on se trouve fréquemment gêné dans le cours des recherches par les inconvénients suivants :

1° *Le manque de foyer.* Le peu de distance qui existe forcément entre la lentille finale de l'objectif et l'objet impose l'obligation de n'employer, pour couvrir ce dernier, que des lamelles de verre extrêmement minces, très-fragiles et difficiles à manier.

2° *L'obscurité du champ.* En effet, les rayons, ne pénétrant dans la lentille finale que sous de grandes incidences, subissent des réflexions fort considérables, d'où il résulte que la quantité de lumière, qui concourt définitivement à la formation de l'image, se trouve fortement réduite et ne donne qu'un champ relativement peu lumineux.

3° *L'absence de netteté.* L'indice de réfraction de l'air est très-différent de celui du verre ; aussi, parmi les rayons qui entrent dans l'objectif sous de fortes incidences, beaucoup sont rejetés en dehors des lentilles par la réflexion, tandis que les autres, déviés moins régulièrement, n'ajoutent que peu d'éléments efficaces à la précision de

l'image. Il est vrai qu'en augmentant l'amplification, on voit mieux certains détails de l'objet et qu'on se rend plus facilement compte de sa structure; mais malgré cela la netteté de la vision ne se trouve nullement en rapport avec le grossissement employé.

Ces inconvénients sont en partie écartés au moyens de l'immersion. On remplace la couche d'air, qui sépare habituellement l'objet de la face extérieure de la dernière lentille, par une couche d'eau dont l'indice de réfraction diffère peu de celui du verre. Les réflexions, même sous de très-grandes incidences, sont insensibles, si on les compare à celles qui se manifestent à l'entrée des rayons aériens dans le verre, parce que la quantité de lumière efficace et concourant à une belle formation de l'image se trouve considérablement augmentée. Ceci est un avantage réel, équivalant à une amplification de l'angle d'ouverture qui, comme on le sait, améliore d'une façon très-notable la netteté de la vision microscopique. En outre, ces mêmes rayons, à incidence oblique, ne subissant, par la réfraction, qu'une déviation très-faible, et, par conséquent, bien plus régulière, contribuent puissamment à la formation de l'image. En un mot, la lumière abondante qui pénètre dans l'objectif à immersion, sous des conditions de

réfraction les plus favorables, illumine la représentation de l'objet aussi bien que possible et fait ressortir, avec une extrême précision, des détails que l'on soupçonnait à peine en se servant d'objectifs ordinaires. La clarté de l'image, la force de pénétration ne sont pas les seuls avantages que possèdent les objectifs à immersion. A ces qualités de haute valeur, il faut ajouter encore, même dans l'emploi des plus forts grossissements, la longueur du foyer, c'est-à-dire la grande distance existant entre l'objet et la lentille finale, distance qui permet d'employer des lamelles à couvrir d'une épaisseur ordinaire.

Malgré les grands avantages des objectifs à immersion, ce n'est cependant que depuis 1859, lorsque M. Hartnack imagina de combiner l'immersion avec la correction, que le nouveau système a définitivement été adopté par les micrographes. L'habile opticien a pour sa part, vendu plus de 600 objectifs pareils depuis cette époque.

Ce qui précède, montre à quel point de perfection a été poussée aujourd'hui la construction des objectifs. A notre avis cependant, tout n'a pas encore été dit à ce sujet. Pendant plusieurs années nous avons fait des essais qui nous ont donné des résultats inespérés. La base de nos recherches a

été le remplacement de la lentille frontale en crown par une lentille en pierre précieuse. Le succès a couronné notre travail et nul doute que la réussite n'eût encore été bien plus grande si nous n'eussions été arrêté par le défaut de temps et du matériel nécessaire à ces constructions. Un des objectifs ainsi construit par nous est extrêmement remarquable. La lentille frontale est en rubis et le système est fait pour l'immersion dans l'eau. Le champ est légèrement rosé, la lumière est belle *et la longueur de foyer de l'objectif est telle qu'on peut se servir de couvre-objets ayant* 3/4 de millimètres d'épaisseur. Mesuré avec les oculaires de Hartnack, le grossissement a été trouvé de 1200 diamètre avec l'oculaire N° 3 et de 3800 fois avec l'oculaire n° 6. Cet objectif montre très-nettement les hexagones du *Pleurosigma angulatum*.

L'image formée par l'objectif du microscope est agrandie à son tour par l'oculaire ; on nomme ainsi le verre placé à la partie supérieure du tube. Anciennement, ce que l'on nomme l'oculaire ne se composait que d'une seule lentille, généralement biconvexe. Aujourd'hui l'on ne se sert guère que de l'oculaire d'Huygens. Cet oculaire est formé de deux lentilles plano-convexes, fixées aux deux extrémités d'un tube de cuivre et disposées de

telle facon que l'image se forme entre les deux lentilles. La convexité des deux verres est toujours tournée vers l'objet. La lentille la plus rapprochée de l'œil est l'*oculaire* proprement dit et sert à agrandir l'image ; la seconde porte le nom de *verre de champ* ou verre collecteur ; elle diminue un peu la grandeur de l'image, mais elle la rend plus nette. Un diaphragme est placé à peu près au foyer du verre oculaire.

Tous les fabricants ne donnent point la même force à leurs oculaires. Hartnack joint à ses grands instruments 5 oculaires. Ils grossissent (le tube étant entièrement tiré) 2,5 — 2,6 — 3,3 — 5 — 4 — 7,3 fois l'image. Il a en outre un n° 6, qu'il ne fabrique que sur commande spéciale. D'autres opticiens construisent des oculaires qui grossissent l'image jusqu'à 15 fois. Le plus souvent les oculaires ne sont pas achromatisés, l'achromatisme ayant été reconnu sans grande utilité.

On utilise parfois l'oculaire pour mesurer les objets ; on le dit alors oculaire à micromètre. Ces oculaires contiennent une plaque de verre posée sur le diaphragme intérieur et sur laquelle se trouve gravée une échelle micrométrique, ordinairement un centimètre en 100, ou un millimètre en 10 parties. Nous en parlerons plus au long en traitant de la mesure des objets microscopiques.

DEUXIÈME DIVISION.

DES PARTIES ACCESSOIRES.

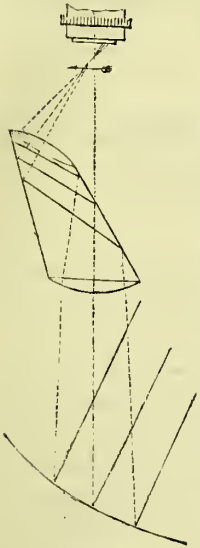
§ 1. — Appareil de polarisation.

L'appareil de polarisation tel qu'on l'applique ordinairement aux microscopes est formé de deux prismes de Nicol, dont l'un se place sous la platine du microscope et l'autre s'adapte à l'extrémité inférieure du tube, immédiatement au-dessus de l'objectif.

M. Hartnack met au-dessus du prisme inférieur, qui porte le nom de *polariseur*, une puissante lentille concentratrice en flint. Sous l'autre prisme, qu'on désigne sous le nom *d'analyseur*, un bouton saillant à l'extérieur permet de faire décrire un arc de 180° au prisme qui se trouve à l'intérieur.

Quelques constructeurs placent l'analyseur au-dessus de l'oculaire, mais cette disposition a l'inconvénient de rétrécir considérablement le champ de vision. M. Harting recommande un moyen qui tient le milieu entre les deux positions précédentes : il place l'analyseur à la partie inférieure du tube de l'oculaire.

Enfin MM. Hartnack et Prazmowski ont, il y a peu de temps, imaginé un nouvel appareil de polarisation qu'ils ont fait breveter. Cet appareil diffère du prisme de Nicol par une forme particulière donnée aux prismes de spath d'Islande. L'analyseur se laisse placer très-commodément entre l'œil et l'oculaire sans rien ôter du champ de vision. Pour la description complète de ces nouveaux prismes, on peut consulter les Annales de la Société phytologique et micrographique de de Belgique, année 1867.



§ 2. **Prisme oblique.**

Fig. 6. On désigne sous le nom de prisme oblique un prisme dont les angles sont disposés de façon à projeter un faisceau de lumière oblique sur l'objet que l'on examine (fig. 6).

Ce prisme s'adapte au-dessous de la platine et, par un mécanisme quelconque, il doit pouvoir en être éloigné ou rapproché.

Le prisme oblique est un accessoire excellent pour les microscopes à tambour où, sans cet appa-

reil, on est privé des avantages de la lumière excentrique.

§ 3. — Oculaire à dissection et prisme redresseur.

On désigne sous le nom d'oculaire à dissection un oculaire spécial destiné à redresser l'image qui toujours se présente renversée.

Cet oculaire est formé de deux oculaires ordinaires placés chacun aux extrémités d'un tube de laiton. En tirant plus ou moins ce tube, on obtient un microscope pancratique, c'est-à-dire dont le pouvoir amplifiant augmente notablement en même temps que la distance entre l'oculaire et l'objectif grandit. C'est ainsi qu'avec l'oculaire à dissection de M. Hartnack, qui s'adapte au microscope dont nous nous servons, le pouvoir amplifiant varie de 6 à 50 diamètres avec notre objectif n° 2, et de 30 à 110 diamètres avec notre n° 4.

L'oculaire à dissection est un accessoire excellent, alors que l'on veut se servir du microscope composé pour faire des dissections ; sans lui, on a une peine extrême à diriger convenablement les

aiguilles, parce que tous les mouvements doivent se faire en sens opposé.

Pour remplir le même but, M. A. Chevalier fabrique un *prisme redresseur* que l'on place sur l'oculaire. Nous estimons beaucoup cette dernière pièce, dont l'usage est extrêmement commode, quand il s'agit de dissections continues et qui ne nécessitent pas à chaque instant un changement d'amplification.

§ 4. — Chambre claire.

Le but de la chambre claire est de projeter sur le papier l'image de l'objet que l'on voit au microscope, et de telle façon qu'une main inexercée au dessin peut en suivre les contours sans difficulté.

On fabrique diverses espèces de chambres claires; elles consistent ordinairement en des prismes que l'on fixe devant l'oculaire.

Un appareil de cette nature très-commode, c'est la chambre claire d'Oberhäuser. Elle consiste en un prisme plus petit que la pupille et fixé à demeure devant un oculaire spécial. Au-dessus de ce prisme, est annexé un anneau de laiton noirci, près duquel on approche l'œil. De cette façon, on

voit en même temps et le papier et l'image réfléchie par le prisme.

L'oculaire s'adapte à une pièce coudée renfermant un prisme rectangulaire à l'intersection du coude. Le tout se fixe au microscope vertical qui se transforme par ce moyen en microscope horizontal. On peut à volonté enlever l'oculaire-chambre claire et se servir du reste de l'instrument comme microscope horizontal ordinaire.

L'appareil que nous venons de décrire est très-utile quand on se sert de grossissements faibles et moyens; mais il n'est pas également facile à manier pour les grossissements très-puissants, à cause de la grande quantité de lumière absorbée par les deux prismes.

Une chambre claire extrêmement facile à employer aussi bien avec les grossissements forts que faibles est celle que construit M. Arthur Chevalier et qui est destinée a projeter sur une surface horizontale l'image donnée par un microscope vertical. Elle consiste (fig. 7) en un petit miroir d'acier, à une certaine distance du-

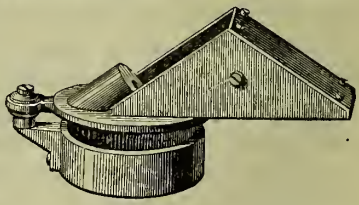


Fig. 7.

quel se trouve un prisme dont l'hypoténuse est étamée. Cette chambre claire est la plus commode que nous connaissions pour être appliquée au microscope vertical.

§ 5. — Compresseur.

Le compresseur est un instrument destiné, comme son nom l'indique, à comprimer les objets. Il est très-peu employé dans les recherches d'anatomie végétale. Il consiste essentiellement en un anneau de cuivre qui, à l'aide d'un levier, presse le couvre-objet contre la lame de verre déposée sur la platine et portant l'objet à examiner. Cet anneau est disposé de telle sorte que l'objet que l'on examine est placé au centre de la platine et qu'il laisse entièrement libre l'ouverture du diaphragme.

§ 6. — Eclairage de Dujardin.

L'appareil d'éclairage de Dujardin, nommé aussi concentrateur, est formé de trois lentilles plano-

convexes. Ces lentilles sont enchâssées dans un tube de cuivre disposé de façon à pouvoir être élevé et abaissé sous la platine. L'avantage de cet accessoire consiste à permettre de projeter sur l'objet un faisceau de lumière très-intense et à diminuer en même temps les effets de diffraction. En effet, l'objet qu'on regarde se confondant avec l'image du ciel qui est la source lumineuse, il n'y a plus de diffraction possible.

L'appareil de Dujardin est excellent quand il s'agit d'éclairer suffisament les objets d'une certaine épaisseur. Pour s'en servir, on emploie le miroir plan ou le prisme (s'il y en a un) et l'objet étant mis au point, on abaisse ou l'on monte le concentrateur jusqu'à ce qu'on voie nettement l'image d'un objet éloigné servant de mire.

§ 7. — Diaphragme à verres colorés.

Un accessoire très-utile est le diaphragme à verres colorés que M. Hartnack joint à ses grands instruments. Il consiste en une plaque de carton noirci, en forme de quadrilatère et percée d'un trou. Un disque de carton noirci et percé de trous de différentes grandeurs est fixé sur le premier carton et peut tourner sur un axe, de façon à

présenter successivement les différentes ouvertures devant celle du carton carré. Le tout est fixé sur un pied et peut s'abaisser et s'élever de même que s'incliner dans toutes les directions. A ce carton, est jointe une série de verres colorés qui s'appliquent avec un peu de cire devant la grande ouverture de la plaque fixe.

CHAPITRE II.

DU MICROSCOPE SIMPLE.

Le microscope simple, dont on s'est servi pour toutes les études sérieuses jusqu'à ce que l'on eût trouvé le moyen de rendre le microscope composé achromatique, se compose essentiellement d'un verre grossissant fixé à une tige mobile et au-dessous duquel les rayons sont réfléchis par un miroir sur une plaque de verre ou de cuivre et qui sert de platine.

De nos jours, on ne se sert plus guère du microscope simple, si ce n'est pour les dissections microscopiques qui se font à des grossissements de 15 à 60 diamètres.

Anciennement, on se servait de lentilles biconvexes. De nos jours, on emploie généralement des doublets dont la première idée est due à Wollaston.

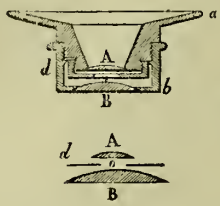


FIG. 8 ET 9

Charles Chevalier reprit l'idée de Wollaston et fit les doublets, tels qu'on les construit encore actuellement. Le doublet de Chevalier est une combinaison de deux lentilles plano-convexes à foyer égal et dont la convexité est tournée vers l'œil.

Un petit diaphragme destiné à corriger l'aberration de sphéricité est posé entre les deux lentilles, qui sont de grandeur inégale, mais de même foyer. L'avantage des doublets sur les lentilles biconvexes est qu'à grossissement égal les premiers donnent une image beaucoup plus nette et bien plus exempte d'aberration de sphéricité.

Plusieurs opticiens s'occupent spécialement de la construction des microscopes simples; mais c'est M. Chevalier qui s'est fait la plus grande réputation en ce genre.

Fig. 8 et 9. La figure 8 représente le doublet tout monté, et la fig. 9 montre la disposition des verres. A. Verre supérieur, B. verre inférieur, O. diaphragme intermédiaire.

M. A. Chevalier fabrique plusieurs modèles de microscopes simples. L'un de ces microscopes (fig. 10) se livre à 50 fr., accompagné d'un doublet grossissant 40 fois. Un autre modèle, plus perfectionné (fig. 11), est accompagné de deux doublets et se vend 100 fr. Il est formé d'un pied lourd faisant corps avec la platine et portant à sa partie inférieure le miroir réflecteur. Le doublet est porté par un bras mobile d'avant en arrière, au moyen d'une crémaillère, et qui peut également, en tournant sur son axe, décrire un arc de cercle complet, de façon à parcourir successivement toute la surface de la platine.

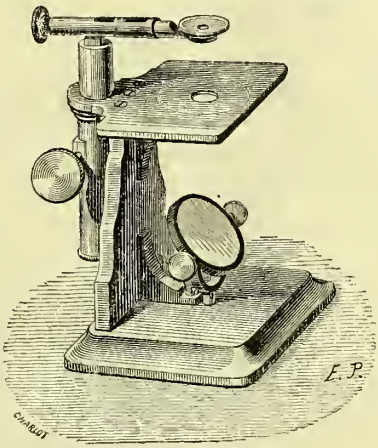


Fig. 10.

Enfin un dernier modèle (fig. 12), encore plus soigné et à colonne carrée, se vend aujourd'hui 130 francs.

M. Chevalier livre des doublets séparément ; leurs prix varient, savoir : doublet grossissant de 12 à 120 fois, 10 fr. ; idem de 130 à 240 fois, 15 fr. ; id. 480 fois, 20 fr. ; id. 500 fois, 25 francs.

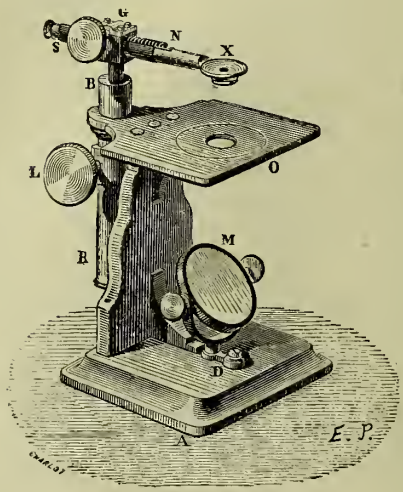


Fig. 11.

M. Hartnack fabrique aussi sur commande d'excellents doublets. Leur prix est de 10 fr., quel qu'en soit le grossissement.

M. Nachet s'occupe également de la construction de microscopes simples. Un de ses instruments, ayant un mouvement de crémaillère à deux boutons destiné à mettre au foyer, et une platine portant deux ailes devant servir d'appui aux mains pour les dissections minutieuses, est livré à 60 francs avec deux doublets (fig. 13).

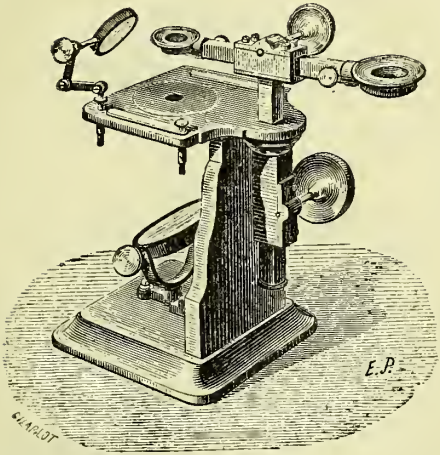


Fig. 12.

Enfin un appareil binoculaire de dissection (fig. 14), que nous avons pu examiner dans le temps et au moyen duquel le relief des sujets qu'on dissèque est apprécié d'une manière complète, se vend aussi à 60 francs.

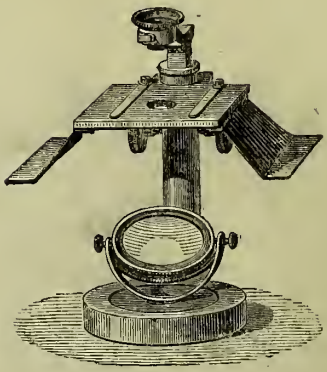


Fig. 13.

Le même opticien livre encore des doublets séparément. Le prix est de 6 fr. pour ceux de 20 à 5 millimètres et de 10 fr. pour ceux de 5 à 2 m. de foyer.

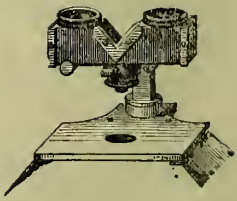


Fig. 14.

LIVRE II.

CHAPITRE PREMIER.

EMPLOI DU MICROSCOPE.

§ 1. — *Situation et disposition du cabinet de travail.*

La position du cabinet où l'on fait les observations n'est point indifférente. La meilleure chambre est celle dont les fenêtres s'ouvrent au nord ou à l'ouest et mieux encore dans ces deux directions à la fois. Quoiqu'il en soit, si la chose est impossible, on peut toujours s'en tirer et celui qui observera dans un appartement exposé au sud travaillera encore fort bien en garnissant les fenêtres d'un rideau blanc par lequel il se protégera contre les rayons solaires directs. On agira de même pour les fenêtres exposées à l'ouest. Cette dernière exposition est particulièrement favorable aux expériences de photographie microscopique pour lesquelles le soleil est nécessaire.

Une grande table bien solide est le meuble le plus indispensable. On la placera dans le voisinage

de la fenêtre. Cette table aura autant que possible deux tiroirs placés aux extrémités, de façon à ce que l'observateur, étant assis, il puisse les ouvrir sans se déranger. Les tiroirs auront un certain nombre de compartiments, dans lesquels on disposera tous les accessoires et les outils d'un usage habituel.

Les observations étant suspendues, les microscopes doivent être recouverts d'un globe en verre, car les instruments pourraient s'endommager si on les ôtait et les remettait trop souvent dans leur boîte.

§ 2. — *Choix de la lumière.*

On travaillera autant que possible à la lumière du jour. Si, par suite de circonstances majeures, on ne peut observer que le soir, il faut employer une flamme tranquille et blanche. Les lampes à pétrole remplissent le mieux et le plus économiquement le but. On disposera en outre sur le diaphragme un petit verre mat pour adoucir le trop vif éclat de la lumière. On réussit encore mieux en interposant un verre bleu, choisi de façon à ce que, la couleur du verre étant complémentaire de celle de la flamme, l'on obtienne une lumière blanche.

Dans la journée, la lumière du soleil réfléchie par les nuages blancs ou par un mur de même couleur doit être préférée. La couleur bleue du ciel ne permet point l'observation des détails très-délicats.

Jamais, dans les observations ordinaires, on ne peut utiliser la lumière solaire. On doit rechercher la lumière la plus douce possible, en la modérant encore par l'emploi de diaphragmes et en ne perdant pas de vue que les plus petites ouvertures du diaphragme sont réservées aux plus forts grossissements. Les grands instruments permettent en outre de modifier l'éclairage en élevant ou en abaissant les diaphragmes; c'est là une excellente disposition et qui permet une graduation parfaite de l'éclairage.

Les instruments complets ont deux miroirs : le plan est utilisé pour les grossissements faibles; le concave, concentrant une grande quantité de lumière, est employé pour les forts grossissements, ainsi que nous l'avons déjà dit.

On peut encore placer dans le trajet lumineux divers systèmes d'éclairage dont le plus généralement employé est celui de Dujardin : nous en avons parlé plus haut. Il va sans dire qu'on doit employer le miroir plan, quand on se sert d'un appareil destiné à concentrer la lumière, et qu'un

prisme rectangulaire qui n'a qu'une seule surface réfléchissante est encore préférable. Un autre mode d'éclairage, dont on n'a reconnu les grands avantages que dans ces dernières années, est celui dit *éclairage oblique*. On doit l'employer quand on veut distinguer nettement la composition des surfaces des objets les plus délicats, tels, par exemple, que certaines Diatomées dont les stries sont d'une ténuité extrême. Pour réussir, on place le miroir latéralement et on lui fait prendre successivement divers angles par rapport à la platine.

Le prisme oblique, que l'on emploie comme l'appareil de Dujardin, produit, jusqu'à un certain point, les mêmes effets.

Quand il s'agit d'examiner des objets opaques, ceux-ci doivent être disposés sur une plaque, de couleur foncée, s'ils sont clairs; de couleur claire, s'ils sont sombres. Ensuite, comme la lumière du jour ou d'une lampe est insuffisante, on en réunit les rayons en faisceau sur l'objet en interposant, à l'extérieur de l'instrument, une lentille plano-convexe, le côté plan tourné vers la préparation. Cette lentille est toujours montée sur un pied isolé dans les grands instruments et il importe de l'approcher beaucoup de l'objet à examiner, afin que la lumière soit suffisante.

Pour ce même usage, on se sert également avec avantage du miroir de Lieberkhun dont nous avons déjà parlé et que M. Chevalier construit parfaitement.

Enfin certains objets doivent être examinés avec la lumière polarisée. A cet effet, on dispose le prisme inférieur sous l'objet et l'on remplace le cône, qui termine le tube de l'instrument à sa partie inférieure, par la pièce contenant l'analyseur et à laquelle les objectifs doivent être vissés. Après avoir mis l'objet au foyer et si, bien entendu le prisme est surmonté d'une lentille concentratrice, on fait monter ou descendre le polariseur jusqu'à ce que le contour des objets observés soit bien nettement prononcé.

§ 3. — *Du grossissement.*

C'est une erreur généralement accréditée parmi les personnes étrangères aux observations microscopiques, que l'on voit d'autant mieux que le grossissement employé est plus considérable. C'est là une idée entièrement fausse et la plupart des observations, surtout celles d'anatomie végétale, se font à des grossissements de 50 à 200 diamètres. Les grossissements plus forts ne s'emploient que rarement et seulement pour élucider quel-

ques détails. Quelle que soit l'observation à faire, il faut toujours commencer par étudier l'ensemble d'un objet à un faible grossissement. On passe ensuite successivement à des grossissements de plus en plus forts, mais seulement quand la nécessité en est démontrée.

§ 4. — *Règles hygiéniques à observer dans les recherches microscopiques.*

L'on entend dire très-souvent que les recherches microscopiques nuisent à la vue. Il n'en est absolument rien. Sans parler ici de Leuwenhoeck qui à l'âge de quatre-vingt-dix ans faisait encore des observations et ce à l'aide de microscopes simples, grossiers et fatiguants, nous pouvons citer Schacht et M. Harting, qui tous deux nous ont assuré que leur vue n'avait pas souffert des observations si continues auxquelles ils se sont livrés. Nous-même enfin, nous nous servons du microscope depuis 1852 ; bien souvent nous avons prolongé jusque dans la nuit des observations commencées le matin et ce parfois plusieurs jours de suite, une fois même pendant près de deux mois sans interruption. Sauf peut-être une très-légère myopie, jamais ces recherches ne nous ont causé de dommages à la vue. Cependant,

il s'en faut de beaucoup que les recherches microscopiques ne puissent jamais nuire ; au contraire, elle peuvent très-bien, quand on les fait inconsidérément, amener des dangers réels. Mandl cite un micrographe qui perdit presque la vue pour avoir fait ses observations dans une chambre obscure où la lumière n'entrait que par un petit trou vis-à-vis du miroir. Un des algologues les plus illustres de notre époque nous écrivait aussi, il y a peu de temps, qu'ayant fait l'hiver dernier, à une lumière artificielle très-vive, des observations prolongées et fatiguantes dans le but de compter les stries des Diatomées, il en était résulté une congestion violente qui pendant près d'un an l'avait forcé de suspendre tout travail. Mais rien de cela n'est à craindre pour celui qui observe les conseils suivants :

1° Ne faites point d'observations immédiatement après les repas.

2° Que le champ du microscope soit éclairé doucement. Évitez tout éclairage trop vif et surtout n'employez jamais la lumière solaire pour les observations ordinaires.

Ce n'est que dans les expériences de polarisation ou de photographie microscopique que la lumière solaire peut vraiment être utile.

3° Suspendez immédiatement vos observations

dès que vous ressentirez la moindre fatigue dans l'œil. Ceci est de la plus grande importance.

Enfin un moyen dont nous nous sommes parfaitement trouvé dans les recherches prolongées, c'est de donner une petite douche aux yeux deux ou trois fois par jour. La chose est facile. Nous installons un petit réservoir de la contenance de un à deux litres à environ trois ou quatre mètres de hauteur. Ce réservoir porte latéralement un robinet terminé par un tube étroit en caoutchouc ayant deux mètres de longueur. Le réservoir rempli d'eau, on ouvre le robinet et on laisse couler le liquide contre les yeux.

La vue, comme les autres organes, doit être sagement ménagée. Du reste il est inutile d'appuyer plus sur les conseils donnés : l'homme de science et le simple amateur en apprécieront toute l'importance.

§ 5. — *Test-objets.*

La puissance optique d'un microscope s'apprécie au moyen de certains objets parfaitement connus et qui servent d'étalons. On leur a donné le nom de test-objets ou simplement test, mot anglais qui signifie objet d'épreuve.

Nous diviserons les tests en trois classes :

1° Tests organiques ; 2° tests de Nobert ; 3° tests dioptriques de Harting.

1° *Tests organiques.* Nous désignons sous ce nom les objets tirés du règne organique. Leur nombre est grand, mais nous ne parlerons que des suivants, qui sont les plus employés :

Lepisma saccharina, Pieris Brassicae, Hipparchia Janira, Pleurosigma angulatum, Grammatophora subtilissima, Surirella Gemma, Vanheurckia rhomboides et viridula.

Lepisma saccharina. — Ces écailles sont fournies par un insecte de l'ordre des Thysanoures connu sous le nom vulgaire de *petit poisson d'argent*, et qui habite dans les fentes des planchers, armoires, etc. Les écailles présentent deux sortes de stries : les unes longitudinales et les autres obliques par rapport aux premières. On distingue deux formes dans les écailles du Lepisma. Dans les unes, qui sont plus ou moins rondes, les stries ne se distinguent bien qu'avec un instrument amplifiant de 100 à 150 diamètres. Dans les autres, dont la forme est conique, les stries se montrent à un grossissement de 30 à 40 fois.

Pieris Brassicae. — Les écailles du Papillon

du chou ont donné lieu pendant quelque temps à beaucoup de discussions. Charles Chevalier les décrivit comme présentant des stries longitudinales granulées et simulant des rangées de perles. M. v. Mohl contesta la chose et prétendit en tirer un jugement défavorable pour les microscopes du constructeur parisien. Divers observateurs, Goring, Brewster, etc., émirent des opinions qui n'élucidèrent point la question dont la solution était réservée à M. Harting et qui trouva le premier que tout dépendait de la façon d'éclairer l'objet. Il y a deux séries de lignes : les unes transversales, les autres longitudinales. On distingue très-bien ces deux séries de lignes en employant la lumière oblique ou convergente ; mais en employant la lumière divergente, on ne voit que des lignes granulées.

Ce test est difficile et exige, avec un excellent instrument, un grossissement de 3 à 400 diamètres.

Hipparchia Janira. — Les écailles de ce papillon prises sur un individu femelle ont d'abord été recommandées par Amici et ensuite vantées par Schacht et M. v. Mohl comme étant un bon test pour essayer à la lumière oblique des objectifs de moyen grossissement. On y voit (fig. 15) des lignes longitudinales et transversales ; ces

dernières sont éloignées les unes des autres d'environ 1/1200 de millimètre. Les lignes doivent se montrer bien nettes à la lumière concentrique lorsqu'on emploie des objectifs forts. Schacht recommande comme étant les plus difficiles les écailles longues et transparentes.

Fig. 15.

Depuis quelques années, le microscope s'étant perfectionné d'une facon extraordinaire, il a fallu chercher sans cesse de nouveaux tests de plus en plus difficiles. Les Diatomées, qui présentent sur leur carapace des lignes très-fines, ont fourni ce qu'on cherchait. Nous allons examiner les tests de ce dernier genre les plus généralement employés.

Fig. 16.

Pleurosigma angulatum. — Étudié avec des objectifs médiocres ou à la lumière directe avec des objectifs non à immersion, le *Pleurosigma*, tel qu'il est livré ordinairement par M. Bourgogne, c'est-à-dire à sec, se présente comme dans la figure 16 ci-contre, sans la moindre appa-

rence de stries. Mais que l'on emploie la lumière oblique et un excellent objectif, et l'on verra successivement apparaître trois séries de lignes se croisant sous un angle de 60°, comme on le voit dans la fig. 17 où nous avons dessiné du côté droit les lignes tranversales et à gauche les deux sortes de lignes.

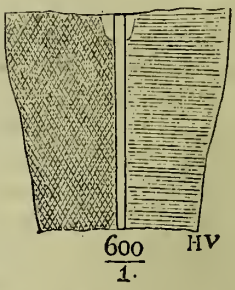


Fig. 17.

Les objectifs à immersion montrent fort bien à la fois les trois systèmes de lignes et toute la carapace paraît couverte de petits hexagones. Ces petits hexagones forment-ils relief ou sont-ils creusés dans la substance de la carapace? C'est là une question qui est loin d'être résolue et les deux opinions sont soutenues par des micrographes également éminents.

Dans un travail récemment publié, M. Schiff ne croit pas à l'existence des hexagones, mais, se basant sur des expériences d'optique, il déclare que le *Pleurosigma* est couvert de petits carrés.

Grammatophora subtilissima. — Les carapaces de cette Diatomée présentent au bord des lignes longitudinales et transversales. Ce sont

ces dernières qui sont très-difficiles à voir et elles exigent un objectif parfait.

Surirella Gemma. — Cette espèce est un des tests les plus difficiles qu'il y ait. Il faut pour le voir employer les meilleurs objectifs à immersion et en outre la lumière oblique. L'emploi d'un microscope à platine tournante est ici d'un grand secours.

Ce *Surirella* offre, ainsi qu'on le voit dans la figure ci-contre qui en représente à peu près un quart, de grosses lignes bien marquées, entre lesquelles se montrent des lignes transversales plus fines, comme elles sont dessinées dans la partie A. Ce ne sont point ces dernières qui donnent au *Surirella Gemma* sa haute valeur comme test. Mais, en dirigeant convenablement le miroir et en faisant tourner la platine, on apercevra des lignes longitudinales délicates, plus fortement marquées sur les grosses lignes transversales. Ce sont ces lignes fines, marquées en B dans la figure, qui fait de ce test un des plus diffici-

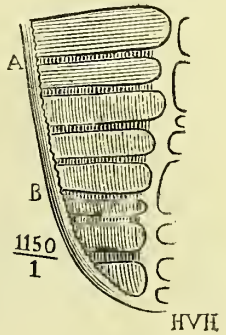
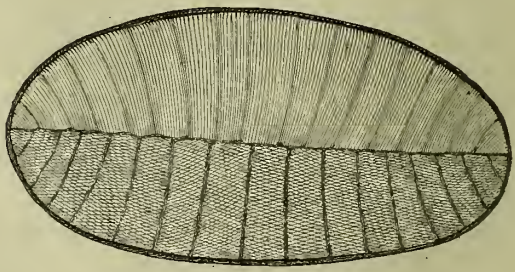


Fig. 18.

les connus jusqu'ici. C'est à l'aide d'un objectif n° 11 particulièrement réussi, que M. Hartnack découvrit que ces lignes se laissent résoudre en hexagones très-aplatis et qui, par leur disposition, dessinent trois systèmes de lignes dont deux se coupent à angle très-aigu. Ici, comme dans d'autres espèces de Diatomées, le dernier élement visible est un hexagone nullement régulier, comme dans le *Pleurosigma*, mais très-écrasé. Les fig. 16 et 17 feront bien connaître cette disposition.

Fig. 19.



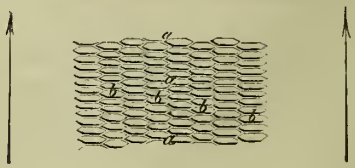


Fig. 20.

La fig. 19 représente la partie supérieure du *Surirella Gemma* éclairée parallèlement à l'axe suivant la direction de la flèche. On ne voit que le système de lignes perpendiculaire. La moitié inférieure est éclairée perpendiculairement à l'axe de la Diatomée. C'est alors que l'on aperçoit les lignes qui se coupent sous une grande obliquité, et qui, par leur croisement, donnent les hexagones aplatis.

La fig. 20 représente un dessin très-amplifié de ces hexagones. Les espaces *a a a* qui les séparent forment une ligne en zigzag, portant une ombre assez large pour être facilement aperçue. Ces zigzags proviennent des lignes perpendiculaires à la direction de l'axe. Les séparations *b b b* constituent d'autres lignes ondulées très-fines qui se croisent sous un angle très-aigu.

Navicula rhomboides. — En 1862, on employa à Londres, pour juger les microscopes, une Diatomée fossile que l'on désigna sous le nom de *Navicula affinis*. Plus tard on prétendit que l'on s'était trompé sur le nom de ce test et que c'était sous le nom de *Navicula Amici* que l'on devait le désigner. Notre ami M. de Brébisson, que nous consultâmes à ce sujet, nous répondit que le nom de *Navicula Amici* avait été inventé par certains constructeurs qui voulaient honorer le

célèbre professeur italien, que le nom de *Navicula Amici* n'avait jamais été employé par aucun algologue et que la Diatomée en question que nous lui soumîmes était le *Navicula rhomboides* type.

Quelques temps après, M. de Brébisson qui, comme on le sait, travaille à un grand ouvrage sur les Diatomées de France et qu'il va sous peu livrer à l'impression, M. de Brébisson, disons-nous, nous écrivit qu'il avait de fort bonnes raisons pour détacher le Navicula rhomboides du genre Navicula et que dans son livre il avait créé le genre *Vanheurckia* où rentraient certaines espèces des genres Navicula et Colletonema. C'est donc sous le nom de *Vanheurckia rhomboides* que M. de Brébisson désigne ce test qui est extrêmement difficile et surpasse même le *Surirella Gemma*. Cette Diatomée, comme on le voit dans la figure 21 ci-contre qui en représente l'extrémité, a sur la ligne médiane une raie profonde et interrompue au centre de la carapace. Parallèlement à la raie médiane, se montrent des lignes longitudinales fortement marquées et visibles même à l'éclairage centrique. Mais transver-

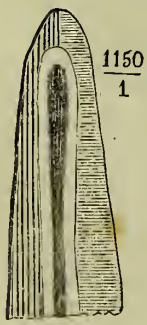


Fig. 21.

salement aux premières, se montrent en outre des lignes très-serrées et d'une ténuité extrême : ce sont ces dernières qui donnent au Navicula affinis sa valeur de test de premier rang. Elles exigent la lumière oblique et un éclairage modéré d'une façon convenable.

Vanheurckia viridula, Bréb. (1). — La Diatomée dont il vient d'être question est devenue a peu près introuvable. Les préparations qui furent mises dans le commerce avaient été faites par Bourgogne au moyen d'un peu de poudre qui lui avait été donnée par Amici. Aujourd'hui Bourgogne n'en a plus et on ne sait plus où chercher la Diatomée, qui était fossile.

Pour remédier à cette perte, nous nous sommes efforcé de trouver un test à peu près équivalent, et nous l'avons trouvé dans le Vanheurckia viridula. Cette Diatomée est assez abondante dans un ruiseau près de Falaise et M. de Brébisson nous en a donné une certaine quantité. Nous nous ferons un plaisir d'en communiquer aux micrographes que la chose pourrait intéresser.

Le Vanheurckia viridula est assez semblable pour l'aspect général à l'espèce que nous venons de décrire précédemment, sauf qu'il est un peu

(1) Voir aussi « *Essai monographique sur le nouveau genre Vanheurckia* » par A. de Brébisson, dans la livr. XIII des Annales de la Société Phytologique et Micrographique de Belgique, Anvers 1868.

plus allongé. Il y a aussi des lignes longitudinales et des lignes transversales, toutes deux à peu près également difficiles à résoudre, ce en quoi il diffère du Navicula précédent, où les lignes longitudinales sont fort grosses et résolubles avec un objectif d'une puissance minime.

Lorsque l'éclairage est dirigé d'une façon convenable, on doit, *avec les meilleurs objectifs à immersion* que l'on construit aujourd'hui, résoudre nettement ce test en carrés extrêmement fins.

Nous considérons cette espèce comme un test de la plus grande difficulté, et nous l'avons fait représenter dans la planche placée en tête de notre livre. Seulement le graveur n'a point parfaitement rendu notre dessin, car dans la fig. 1 les lignes longitudinales vues isolément paraissent un peu ondulées. Les flèches indiquent le sens de l'éclairage.

Un échantillon de grandeur moyenne de cette espèce que nous avons étudié avec beaucoup de soin nous a présenté 2700 lignes transversales au millimètre.

2°. — *Test de Nobert.*

Un habile opticien allemand, M. J. A. Nobert, demeurant actuellement à Barth en Poméranie,

a imaginé de tracer sur verre des séries de lignes de plus en plus rapprochées les unes des autres. Les tests ou tables d'épreuve, comme Nobert les nomme, sont vraiment merveilleux et l'on ignore absolument quel est le procédé employé par ce constructeur pour parvenir a tracer des lignes aussi fines et aussi rapprochées.

Nobert livre diverses séries de tests. La série la plus complète contient 30 groupes de lignes et coûte 30 thalers. Nous donnons ici dessous, d'après M. Harting, chez qui nous avons pu examiner une table pareille, le nombre des lignes de quelques groupes.

Le groupe	n°	1	contient	443	lignes	au	millim.
"	"	" 5	—	806	"	"	"
"	"	" 10	—	1612	"	"	"
"	"	" 15	—	2215	"	"	"
"	"	" 20	—	2653	"	"	"
"	"	" 25	—	3098	"	"	"
"	"	" 30	—	3544	"	"	"

Ce test se présente comme une préparation microscopique ordinaire. Les lignes sont tracées au centre d'un porte-objet en verre et recouvert d'une lamelle de verre extrêmement mince.

Il va sans dire que ces lignes deviennent de plus en plus difficiles à résoudre à mesure que l'on s'élève dans la série des groupes. Le 30e groupe est a peine résoluble par les meilleurs

objectifs à immersion que nous ayons aujourd'hui et dans les circonstance les plus favorables.

3°. — *Test dioptrique de Harting.*

Tous les tests que nous avons décrits jusqu'ici sont essentiellement variables. Telle Diatomée présente des stries ou des lignes facilement résolubles, tandis que la même espèce provenant d'une autre localité ne montrera presque rien. Les tests de Nobert aussi peuvent varier considérablement entre eux, suivant que le diamant qui a servi a graver les lignes a plus ou moins profondément entamé le verre, suivant que celui-ci a été plus ou moins dur à rayer, etc.

C'est pour remédier à tous ces inconvénients que le célèbre professeur de l'Université d'Utrecht a imaginé un test dioptrique toujours égal et permettant d'exprimer *en chiffres* la valeur d'un objectif. Nous allons décrire tout au long cette méthode qui est extrêmement ingénieuse. Énumérons d'abord les objets nécessaires et décrivons la disposition que doit avoir le microscope.

Celui-ci doit avoir, outre la platine ordinaire, un porte-objet accessoire mobile et pouvant donc monter et descendre. Le microscope dit de *Strauss* de A. Chevalier qui possède un diaphragme s'abaissant et s'élevant au moyen d'une

crémaillère est éminemment propre à cet usage. Cependant nous verrons plus tard qu'en modifiant un peu la façon d'opérer tout microscope ayant un diaphragme susceptible de monter et de descendre peut servir à cet usage.

On doit avoir en outre : 1° un flacon contenant une solution assez épaisse et extrêmement limpide de gomme arabique dans l'eau ; 2° un petit morceau carré de toile métallique dont les mailles soient distantes d'environ 0,4 à 0,6 millimètres ; 3° et enfin une série de petites bandelettes étroites de carton blanc et ayant un diamètre depuis 3 jusqu'à 50 millimètres.

Maintenant que tout est prêt, nous pouvons opérer. On commence par bien secouer la bouteille avec la gomme et l'on en dépose une goutte sur une lame de verre. Si la goutte ne renferme pas assez de bulles d'air, ou la bat avec l'extrémité d'un canif jusqu'à effet voulu. On place latéralement deux petits morceaux de papier et on couvre la goutte d'une lamelle mince. Le porte-objet ainsi préparé est déposé sur la platine et on met la toile métallique sur le diaphragme, puis on rapproche celui-ci de la lame de verre portant la goutte.

On regarde par le tube du microscope et l'on promène le porte-objet jusqu'a ce que l'on trouve

une bulle d'air donnant une très-petite image de la toile métallique.

On fait descendre alors le diaphragme. L'image devient de plus en plus petite, mais en même temps elle monte un peu. Il faut donc aussi remonter légèrement le tube du microscope au moyen de la vis de rappel. En agissant ainsi, il arrive un moment où l'on ne voit plus l'image, même, en changeant la distance entre la bulle d'air et l'objectif. On remonte alors un peu l'objectif jusqu'à ce qu'on apercoive l'image au centre du petit champ de vue de la bulle d'air. La dernière limite de visibilité est alors atteinte.

Quand on est arrivé à ce point, on remplace la toile métallique par un des petits cartons dont le diamètre est exactement connu. Le choix dépend de l'éloignement du porte-objet mobile. Si la distance est assez considérable, on peut se servir d'un carton ayant un diamètre passablement grand, puisqu'alors il est suffisamment éclairé par la lumière directe, mais si l'éloignement est tel que la lumière directe n'y puisse arriver, car elle est interceptée par les contours de la platine, il faut bien se servir de cartons plus petits dont l'image ne remplisse pas entièrement le petit champ de la bulle.

L'image du carton est mesurée comme s'il

s'agissait d'un objet véritable. On peut, par exemple, employer le procédé de la double vue. Supposons que le grossissement du microscope jusqu'à la table qui le supporte soit de 450 fois, que la grandeur de l'image qui s'y trouve projetée soit de 15,7 millim. et que la bandelette de carton elle-même ait un diamètre de 20 millimètre. Alors le diamètre de l'image est de

$$\frac{15700}{450} = 35^{mmm}$$ et le chiffre d'amoindrissement de $$\frac{20000}{35} = 571$$

Supposons alors que les interstices entre les fils métalliques dont nous nous sommes servi soient de 0,45 mill ; on trouvera dans ce cas pour dernière limite de visibilité

$$\frac{450}{571} = 0{,}79^{mmm}$$

Certains détails sont encore à observer dans les opérations que nous venons de décrire : nous allons en dire quelques mots.

1° Il faut s'assurer que la bulle d'air ayant servi de lentille négative ait conservé le même diamètre, car celui-ci peut varier, soit par l'absorption de l'air par le liquide, soit par le changement de température. On en prend donc la mesure

avant et après l'observation et on rejette tout résultat dans lequel ces deux mesures ne concordent pas. Pour empêcher l'absorption, on n'a qu'à se servir, pour dissoudre la gomme, d'une eau bien aérée. Le changement de température est peu à craindre lorsqu'on opère promptement et dans l'air ordinaire d'un appartement sans exposition de l'instrument aux rayons du soleil.

2° Il va sans dire que la distance du second objet doit être rigoureusement la même que celle du premier. Par conséquent celui-ci doit se trouver placé sur une lame d'égale épaisseur.

3° Le petit champ de la bulle d'air est très-courbé. Le grossissement ou plutôt la grandeur de l'image diminue du centre vers la circonférence. Les dernières traces de l'image sont donc encore visibles au centre lorsqu'elles ont déjà disparu à l'entour. Il en résulte que l'objet (le carton) devant servir de terme de comparaison, pour trouver le chiffre d'amoindrissement, ne doit pas être pris trop grand, parce qu'alors les bords de l'image s'éloigneraient trop du centre et subiraient un amoindrissement trop fort eu égard à celui du premier objet. Il y a même ici un défaut qu'on ne saurait éviter entièrement. Mais en prenant un carton d'un diamètre tel que l'image ne surpasse pas le 1/10 ou de 1/8 du diamètre de la bulle, cette

faute est presque reduite à zéro, pourvu que la mesure soit prise au milieu de la bulle. De plus, le microscope lui-même a presque toujours un champ de vision où le grossissement marche en sens contraire, ce qui contribue encore à diminuer l'erreur.

Maintenant il est clair que les résultats que l'on obtient sont purement individuels, puisqu'ils dépendent en partie des conditions où se trouve l'œil de l'observateur. Pour rendre les résultats comparables entre eux et pour pouvoir également comparer les résultats de la vue microscopique a ceux de la vue à l'œil nu, il faut faire la même opération sans microscope en se servant d'un bon système de lentilles pour faire naître l'image. Un tel système est donc placé sur la platine du microscope et l'objet sur le porte-objet mobile comme dans l'opération précédente. On enlève alors toutes les lentilles du tube du microscope, on le pousse jusqu'au système, afin d'exclure la lumière environnante, et l'on place l'œil de façon qu'il se trouve à une distance fixe, par exemple de 25 centimètres de l'image. Lorsqu'on a atteint, en abaissant l'objet, la dernière limite de la visibilité de son image, le tube du microscope est muni d'un objectif et d'un oculaire et on prend la mesure de l'image comme si c'était un objet véritable.

Or, pour comparer les résultats obtenus de la sorte, on n'a qu'à faire un calcul bien simple. Supposons, par exemple, que les plus petits interstices encore visibles à 25 centimètres avec l'œil nu, aient un diamètre de 61 ^{mmm}. Dans les cas précédent, les plus petits interstices encore visibles étaient de 0,79 ^{mmm}, par conséquent on distingue, par le microscope, encore des interstices de $\frac{61}{0,79} = 77,2$ fois plus petits qu'à l'œil nu. Mais cette observation ayant été faite à un grossissement de 450 fois, il y a par conséquent une perte, par égard à l'œil, de

$\frac{450 - 77,2}{450} = 0,83$, ce qui est énorme et ne s'observe qu'en employant des oculaires trop forts.

Nous avons décrit minutieusement la façon d'opérer pour réusir complétement. La chose est beaucoup plus courte à exécuter qu'à décrire. Notons aussi que l'on peut opérer d'une façon beaucoup plus simple, mais qui peut-être n'est pas suffisante dans certains cas. Dans cette seconde manière d'agir, on prend un réseau métallique dont on encadre de noir un certain nombre de mailles et on opère comme précédemment. Lorsque le réseau est descendu au point où les mail-

les ne sont plus qu'à peine visibles, on mesure directement le tissu encadré au lieu de le remplacer par des cartons. Pour le reste, on agit d'une façon tout à fait identique.

Nous donnerons dans la suite de cet ouvrage quelques applications de ce procédé aux objectifs des divers constructeurs.

§ 6. — *Exemple d'une application des règles précédentes.*

Nons croyons avoir suffisamment expliqué le maniement du microscope ; toutefois ayant surtout à cœur de faciliter les observations aux personnes qui n'ont pas l'habitude de cet instrument et qui ont hâte d'en tirer tout le parti possible, nous croyons utile de donner un exemple de l'application des règles dont nous venons de parler.

Supposons donc un débutant qui voudrait découvrir toutes les stries du *Surirella Gemma*, l'un des tests les plus difficiles. Si, en suivant nos conseils, il y parvient, il peut être assuré que le microscope n'aura plus pour lui de secrets.

Prenons le petit modèle Hartnack, dont le pied est en fer à cheval (tout autre modèle à miroir articulé conviendra également bien) et posons-le à quelques pieds de la fenêtre, sur une table bien solide dont la hauteur soit telle qu'on puisse, étant

assis, regarder commodément et verticalement dans le tube. Il s'agit d'arriver au but par gradation. Plus tard quand l'élève sera expérimenté il y atteindra aisément.

Pour cela essayons d'abord l'objectif Hartnack n° 4 (n° 2 de Nachet, n° 3 de Chevalier) ; quand il est vissé au tube, celui-ci est armé d'un oculaire de force moyenne, puis le diaphragme à ouverture moyenne est mis en place.

Il s'agit maintenant d'éclairer. Pour cela, le miroir-réflecteur, laissé dans l'axe du tube, est incliné de façon à réfléchir la lumière à travers l'ouverture du diaphragme. Il faut ici procéder par tâtonnements et jusqu'à ce que cette lumière soit blanche et douce : aussi longtemps qu'il n'en est pas ainsi, soyez assuré que l'inclinaison du réflecteur est défectueuse.

Vous posez ensuite sur la platine la préparation munie de sa lamelle de verre qui recouvre l'objet et vous descendez à la main le tube jusque contre cette préparation, en évitant soigneusement de la toucher de peur de la briser. Tenant ensuite les doigts sur celle-ci ou bien la maintenant au moyen des valets, vous haussez lentement le tube jusqu'à ce que vous aperceviez les Surirella d'une manière plus ou moins confuse, et, vous emparant alors de la vis de rappel, vous la faites mouvoir à

droite ou à gauche jusqu'à ce que celle de ces Diatomées qui se trouve au centre du champ vous apparaisse nettement sous la forme d'un corps elliptique divisé par une ligne médiane et ayant en outre douze à seize lignes transversales de chaque côté.

Ce n'est pas tout, ceci n'est que le premier acte du spectacle ; assujettissez bien la préparation au moyen des valets afin qu'elle ne se dérange pas et prenez un objectif plus puissant, p. ex. le n° 7 d'Hartnack (n°s 5 ou 6 de Nachet, 6 de Chevalier) ; vous montez le tube pour avoir la facilité d'enlever le n° 4 et d'y substituer le n° 7 ; ceci fait, vous substituez également au diaphragme moyen celui de tous dont l'ouverture est la plus petite, et vous descendez le tube à la main jusque contre la préparation, pour le remonter insensiblement aussitôt, jusqu'à ce que vous aperceviez confusément l'objet, puis la vis de rappel tournée à droite ou à gauche doit vous montrer avec la plus grande netteté ce que vous avez vu la première fois, considérablement agrandi, mais sans aucun détail de plus.

La lumière directe étant ainsi reconnue inefficace, voyons ce que nous donnera la lumière oblique.

Enlevons tout d'abord et le diaphragme et la

platine inférieure qui le contenait, afin de dégager ainsi complétement par dessous la platine réelle du microscope; puis inclinons à droite ou à gauche la tige du réflecteur de manière à l'écarter de l'axe du tube tout en conservant sur l'objet une lumière suffisante; essayez ainsi de toutes inclinaisons imaginables jusqu'à ce qu'enfin vous voiyez apparaître entre les lignes transversales dont nous avons parlé et parallèlement à celles-ci d'autres petites lignes très-fines et fort serrées. Un œil exercé aperçoit même ainsi au moyen du n° 7 de Hartnack les fines lignes longitudinales que nous cherchons; mais, pour les voir nettement et commodément, il nous faut avoir recours à un objectif à immersion.

Prenons donc le n° 10 de Hartnack (8 de Nachet, 9 de Chevalier). Ne touchez ni à la préparation ni au réflecteur; haussez le tube, enlevez le n° 7; puis, avant d'y substituer le n° 9, prenez une gouttelette d'eau distillée bien pure au moyen d'une baguette de verre et déposez-la sur la lentille inférieure ou frontale sans toucher celle-ci, de peur de la rayer; vissez ensuite l'objectif au tube; déposez un autre gouttelette d'eau sur la préparation et descendez le tube à la main jusqu'à ce que les deux gouttes se confondent; l'avantage de ce procédé est d'éviter les bulles d'air qui sont un

obstacle sérieux à l'observation. Substituez aussi un oculaire faible à l'oculaire dont vous vous êtes servi.

C'est ici surtout qu'il faut faire mouvoir le tube avec la plus grande prudence ; le danger est d'autant plus redoutable que l'eau empêche de distinguer parfaitement l'espace qui sépare l'objectif de la préparation ; le meilleur moyen de ne rien briser, c'est de procéder par tâtonnements, de mouvoir légèrement la préparation d'une main, tandis que de l'autre la vis de rappel est tournée de gauche à droite ou de droite à gauche avec un extrême délicatesse, jusqu'à ce que le Surirella se montre nettement ; si vous descendez trop le tube, vous êtes averti par l'immobilité de la préparation, par la résistance qu'elle présente, que vous manœuvrez à faux et qu'il importe de remonter en tournant la vis de rappel de droite à gauche. Alors vous inclinez le réflecteur placé en dehors de l'axe du tube jusqu'à ce que vous voyiez nettement les lignes longitudinales objet de nos recherches.

Cependant il peut se faire que vous ne soyez pas encore entièrement satisfait. En ce cas il n'y a plus d'autre ressource que d'utiliser la correction ; pour atteindre le but, vous saisissez le cordon moletté mobile qui se trouve au centre de la monture de l'objectif et dont la destination est de

corriger l'influence de la lamelle de verre ou couvre-objet placé sur la préparation; vous lui imprimez successivement un mouvement de droite à gauche ou de gauche à droite jusqu'à ce que vous distinguiez les lignes ou stries avec la plus grande netteté. En général, quand on se sert de la lumière oblique, il faut rapprocher les lentilles de l'objectif en tournant la correction de droite à gauche; si au contraire on utilise la lumière directe, il faut agir en sens inverse et tourner la correction de gauche à droite.

Une observation importante, c'est que pour éviter de peser sur la préparation et la briser, et aussi pour tenir l'objet au foyer, il faut, en même temps que l'on fait marcher la correction dans un sens, faire mouvoir la vis de rappel, soit de gauche à droite, soit de droite à guuche.

Maintenant que le but est atteint, que l'opération est terminée, vous n'avez plus qu'à hausser le tube, à essuyer la préparation et surtout à sécher avec le plus grand soin la lentille au moyen d'un mouchoir de batiste bien usé. Ces détails paraîtront bien minutieux aux experts, mais ce n'est pas pour eux que nous écrivons ceci; ils en savent autant et peut-être plus que nous; notre unique but a été d'initier aux secrets les plus intimes du microscope ceux qui n'ont pas

l'habitude du maniement de cet instrument délicat. Après quelques jours d'essais et si nos conseils sont bien suivis, les débutants seront passés maîtres, et alors ils nous sauront gré, nous aimons à l'espérer, des renseignements que nous nous sommes fait un devoir et un plaisir de leur donner.

§ 6. — *Choix d'un microscope.*

Divers points doivent être pris en considération quand on choisit un microscope. Les principaux sont la nature des recherches auxquelles on destine l'instrument et le prix que l'on veut y mettre. Il est peu avantageux pour un commençant de faire de suite l'acquisition d'un grand instrument dont le prix est élevé et qui ne lui rendrait pas plus de services qu'un instrument d'un prix moindre. Mais avant d'examiner plus attentivement la question du choix d'un microscope, voyons quels sont les opticiens auxquels on peut s'adresser.

Nous ne conseillerons à personne de faire cette acquisition chez un de ces marchands de lunettes qui s'intitulent opticiens et qui ne tiennent souvent que des instruments de pacotille qu'ils vendent à un prix exorbitant. On doit absolument

refuser tout instrument non signé ou portant le nom du marchand belge qui le vend, car il n'y a aucun constructeur de microscopes en Belgique. A l'appui de ce que nous venons de dire, nous pourrions citer plus d'un exemple de novices ayant payé bien cher des instruments dont ils n'ont pu tirer aucun parti et qui étaient aussi défectueux sous le rapport de la monture que sous celui de la partie optique. En s'adressant au contraire à un fabricant renommé, les prix seront peut-être un peu élevés, mais le novice qui n'a point encore les données nécessaires pour s'édifier sur le mérite de son acquisition, aura au moins la persuasion rassurante que ledit fabricant, tenant autant à sa réputation qu'à son bénéfice, a un double intérêt à ne lui livrer que des instruments de premier choix.

D'excellents microscopes sont fabriqués en Angleterre par Ross, Smith et Beck, Powell et Lealand, de Londres, Dancer, de Manchester; mais ces instruments sont d'un prix exorbitant et d'une complication excessive. Nous croyons donc inutile d'en parler de même que des constructeurs allemands dont nous avons vus de forts bons microscopes fabriqués par Zeiss, Merz, Benèche, etc. La facilité des relations et la proximité font que dans notre pays l'on s'adressera le plus sou-

vent à Paris où, à un prix relativement bien moindre, lon se procurera des instruments aussi parfaits que ceux que l'on pourrait faire venir d'Angleterre ou d'Allemagne.

Trois constructeurs renommés habitent Paris. Ce sont: Hartnack, Arthur Chevalier et Nachet.

Hartnack (Place Dauphine, 21), ancien associé d'Oberhaeuser, a considérablement amélioré les instruments de son prédécesseur. Plusieurs éminents micrographes (Max, Schultze, Harting, Schacht, Frey, etc.) le considèrent comme le meilleur constructeur du continent. Hartnack a huit modèles de microscopes de deux formes principales : les autres ne diffèrent entre eux que par de fort légères modifications.

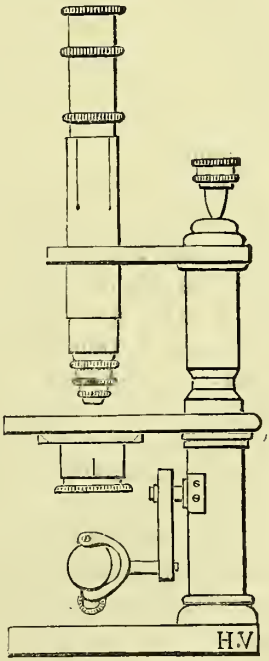


Fig. 22.

Ces deux formes principales sont celles à tambour et en fer à cheval.

Le modèle le plus employé est le petit microscope en fer à cheval dit n° 8 et représenté ci-contre. L'instrument se compose d'un pied en cuivre fort lourd et en forme de fer à cheval, lequel supporte une colonne cylindrique, portant la platine et le reste de l'instrument. Le miroir est attaché à une longue tige de façon à pouvoir être dirigé obliquement.

La platine est fort épaisse, solide et immobile. Elle porte dans sa partie inférieure deux coulisseaux entre lesquels glisse une pièce portant au centre un tube sur lequel se déposent les diaphragmes de même que les appareils de polarisation et d'éclairage de Dujardin.

Un cordon moletté qui termine dans sa partie inférieure le petit tube permet de le hausser ou de le descendre à volonté sous la platine. Toute cette pièce s'enlève quand on emploie la lumière oblique.

Le mouvement rapide de l'instrument s'obtient en faisant glisser à la main le corps du microscope dans un tube, et le mouvement lent au moyen d'une vis micrométrique dont il a été parlé plus haut.

Cet instrument accompagné des systèmes 4, 7 et 9, dont le dernier à correction et à immersion,

et des oculaires 2, 3 et 4, dont le premier à micromètre, est livré pour le prix de 375 frs.

Le modèle n° 7 est construit sur le plan que nous venons de décrire, mais dans des proportions plus grandes. Il possède de plus une platine tournante. Accompagné des systèmes 2, 4, 7, 8 et 9, dont le dernier à immersion et à correction, des oculaires 1, 2 (micromètre) 3, 4 et 5, d'une grande loupe pour l'éclairage des corps opaques et d'un diaphragme avec une série de verres colorés, il se vend 750 frs.

Enfin le n° 3 dit à petit tambour est suffisant pour la plupart des observations ordinaires, sauf que sa disposition ne permet pas l'emploi de la lumière oblique. Accompagné des objectifs 4 et 7 et des oculaires 3 et 4, il se vend 140 fr.

Avant d'aller plus loin, examinons un instant les objectifs construits par Hartnack et commençons d'abord par donner le tableau des grossissements des numéros les plus utiles.

Voici le tableau des grossissements obtenus par la combinaison des oculaires et des systèmes achromatiques de M. Hartnack, mesurés à la distance de 250 millimètres.

NUMÉROS des systèmes	OCULAIRES.						
	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	N° 6	
1	15	20	25	—	—	—	15
N° 2	25	30	40		—	—	20
4	60	70	90	140	180	225	30
5	120	140	180	280	—	—	35
7	200	240	320	460	650	800	40
8	250	300	410	600	820	1100	50
9 ord.	330	410	530	820	1050	—	75
9 imm.	440	500	630	950	1300	1600	150
11 id.	480	600	840	1200	1600	1700	250
16 imm	520	600	750	1100	1500	1800	200

Tels sont les objectifs généralement employés; cependant, depuis l'année dernière, M. Hartnack a fabriqué 7 nouveaux systèmes également à immersion et en outre à correction double comme nous l'avons décrit précédemment. Voici le tableau des grossissements obtenus par ces objectifs également mesurés à la distance de 250 millimètres.

NUMÉROS des systèmes	OCULAIRES.					
	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	N° 6
N° 12	630	720	950	1420	1900	2400
13	730	840	1100	1650	2200	2700
14	800	920	1200	1800	2400	3000
15	930	1100	1400	2100	2800	3500
16	1100	1250	1650	2450	3300	4100
17	1200	1450	1900	2800	3800	4750
18	1700	1900	2500	3700	5000	6250

Le n° 2 est destiné aux grossissements faibles, et son pouvoir varie de 25 à 40 diamètres.

Le n° 4 est un des objectifs les plus parfaits que l'on puisse désirer. Il est fort clair et ses pouvoirs de définition et de pénétration sont fort remarquables. Les grossissements varient de 60 à 180 diamètres.

Le n° 5 est fort bon aussi et son foyer est encore suffisamment long pour permettre l'emploi de couvre-objets assez épais. Il donne une série de grossissements variant de 120 à 360.

Le n° 7 compte parmi les meilleurs objectifs du célèbre constructeur.

Celui qui nous a été livré est extraordinairement bien réussi et montre de la façon la plus

nette les stries du Pleurosigma, sans nécessiter l'obliquité du miroir, et les lignes fines du Surirella dans la lumière oblique. La clarté est fort belle et les grossissements sont de 200 à 650 diamètres.

Le n° 8 est également excellent; ses grossissements sont de 250 à 820 fois. On voit assez bien dans la lumière oblique les fines lignes longitudinales du Surirella Gemma. Viennent ensuite trois objectifs à immersion et à correction.

Le n° 9 montre par la lumière directe et avec la plus grande netteté les hexagones du Pleurosigma angulatum. Au moyen de la lumière oblique, apparaissent fort nettement les petites lignes longitudinales du Surirella Gemma et les lignes transversales du Grammatophora subtillissima. En arrangeant convenablement l'éclairage, on parvient aussi à voir les fines stries du *Vanheurckia rhomboides*. Les grossissements sont 450 — 500 — 630 — 950 et 1300 fois.

Le n° 10 jouit des propriétés du n° 8, mais à un plus haut degré. Enfin le n° 11, qui a été achevé dernièrement, et que nous considérons comme l'objectif le plus parfait que l'on puisse construire avec les moyens dont la science dispose aujourd'hui, résout avec la plus grande facilité et une extrême netteté tous les tests con-

nus. Ses grossissements varient de 500 à 1600 fois. Pour plus de détails, l'on pourra consulter le travail que nous avons publié sur cet objectif. (1)

Lors de l'Exposition universelle, nous avons vu l'année dernière chez M. Hartnack les objectifs nouveaux. Ils nous ont semblé fort beaux, mais comme nous n'avons pas, faute de temps, pu les soumettre à une série d'épreuves, nous ne pouvons les décrire exactement. Le Pleurosigma vu avec le n° 15 présentait des hexagones énormes quoiqu'encore fort nets. Notons seulement que les plus forts numéros, tels que les nos 17 et 18, sont peu favorables pour les recherches à faire dans la lumière oblique.

Voici pour quelques objectifs, la dernière limite de la visibilité des fils d'un tissu mesuré au moyen du test dioptrique de M. Harting.

Objectif à sec	n° 7. . .	0,228	$= \frac{1}{4400}$
" "	n° 8. . .	0,232	$= \frac{1}{4310}$

(1) Notice sur un nouvel Objectif à immersion et à correction construit par E. Hartnack, suivie de Recherches sur le Navicula affinis, par Henri Van Heurck, insérée dans les Annales de la Société Phytologique d'Anvers, année 1864.

Obj. à immersion n° 10. . . 0,116 = $\frac{1}{8624}$

" " n° 11. . . 0,108 = $\frac{1}{9225}$

Le prix des objectifs que l'on peut joindre aux diverses montures varie comme suit, d'après un nouveau prix-courant non encore publié, et que M. Hartnack a bien voulu nous communiquer.

N° 1	coûte	fr.	15	N° 7	coûte	fr.	40
2	"	"	20	8	"	"	50
3	"	"	25	9 immersion			
4	"	"	30	et correction		"	150
5	"	"	35	10	coûte	"	200
6	"	"	40	11	"	"	250

Le prix des autres objectifs nous est encore inconnu.

L'appareil de polarisation appliqué au modèle n° 7 vaut 60 fr., aux autres modèles, le prix n'en est que de fr. 50.

MM. Nachet et fils (rue St-Séverin 17) se sont également acquis une juste réputation par leurs microscopes. Nous commencerons par examiner leurs modèles avant de parler des objectifs.

Le microscope grand modèle est représenté ci-contre. L'instrument est suspendu sur son axe de manière à pouvoir s'incliner et rester fixe dans

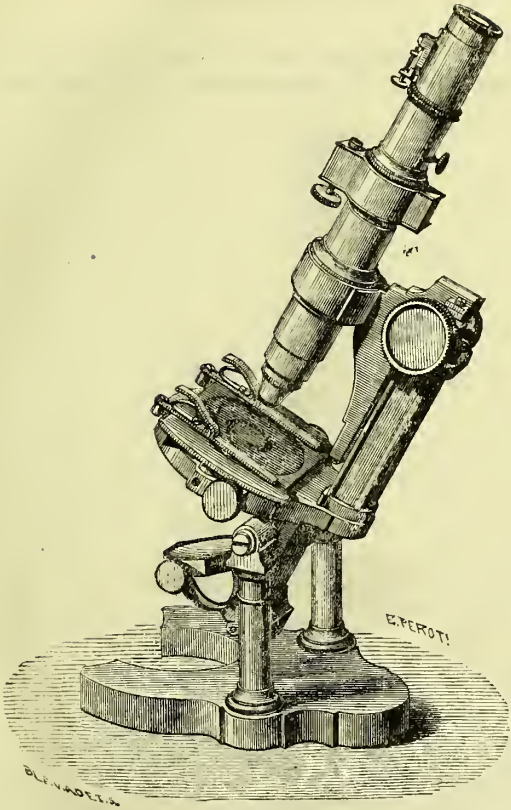


Fig 23.

toutes positions entre l'horizontale et la verticale. Le mouvement rapide est produit par une crémail-

lère et le mouvement lent au moyen d'une vis micrométriqne appliquée au milieu du corps et

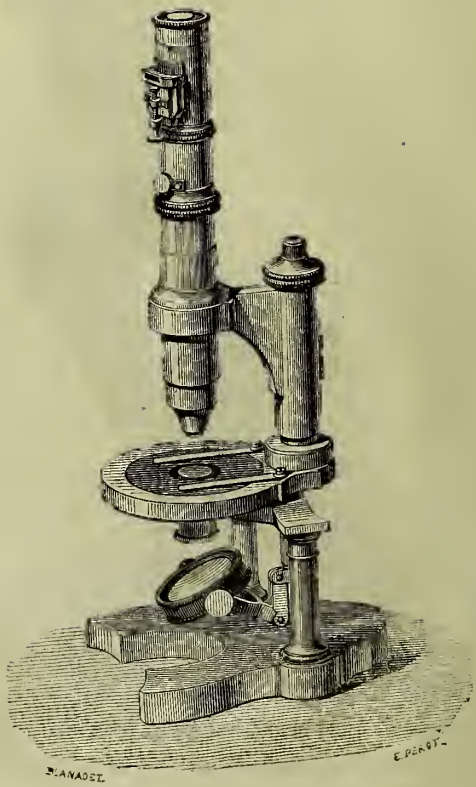


Fig. 24.

formée par un double tube. Les objectifs s'adaptent à l'extrémité inférieure. La platine est à tourbillon et le miroir peut prendre toutes les positions possibles. Le micromètre entre dans tous les oculaires sans déranger ceux-ci et peut se mettre au foyer de l'œil par une petite vis de rappel. Accompagné de 3 oculaires et des objectifs 0, 1, 2 ordinaires et 3, 4, 5, 6 et 7 à correction (donnant un grossissement de 30 à 1500 fois), d'un goniomètre pour le mesurage des angles des cristaux, d'une chambre claire, d'un appareil de polarisation, d'un micromètre oculaire et objectif et d'une quantité de petits accessoires, il est livré pour 1300 frs.

Le microscope grand modèle droit (fig. 24) se vend 500 frs. Cet instrument possède une platine tournante, un mouvement rapide par glissement et un mouvement lent par une vis de rappel. Il est accompagné de 3 oculaires, des objectifs 1, 2, 3, 5 et 7 ordinaires (grossissement 70 à 1300 fois) et de divers accessoires.

Le microscope petit modèle droit (fig. 25) a un miroir pouvant se placer dans toutes les positions désirables ; il a un mouvement lent par une vis micrométrique et prompt par glissement. Il est accompagné de deux objectifs (nos 1 et 3, grossissant de 70 à 420 fois et de

2 oculaires, d'une loupe pour les corps opaques et de divers accessoires. Il est coté 125 frs.

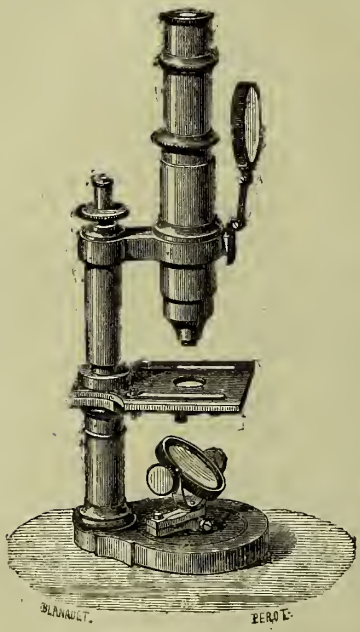


Fig. 25.

Un petit microscope de poche destiné aux voyages est représenté ci-dessous (fig. 26 et 27 page suivante). Cet instrument a 60 millimètres de longueur et 50 de largeur. Il convient à toutes les personnes qui ont besoin d'un microscope portatif muni de forts grossissements.

Le principe de la construction de ce microscope consiste à faire de la boîte de l'instrument la base de tout le mécanisme. Fabriqué en cuivre doré et d'un montage facile, il ne faut que quelques instants pour l'arranger.

Le couvercle glisse et ouvre le haut de la boîte destiné à recevoir l'objet sous lequel se trouve le miroir fixé sur son axe. Le dessous du couvercle porte une attache destinée à recevoir le corps du microscope couché dans la boîte; il n'y a qu'à retourner et replacer le couvercle dans sa rainure pour amener les lentilles au-dessus de l'objet. Le corps du microscope est muni d'un mouvement lent et d'un mouvement rapide, comme les autres modèles; quoique beaucoup plus court, le grossissement est le même par suite de la construction particulière de l'oculaire. Cet instrument accompagné des objectifs 1, 3 et 5 est livré au prix de 200 francs.

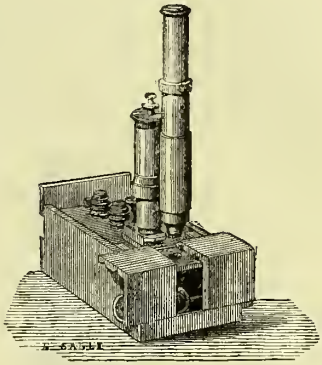


Fig. 26.

Enfin nous avons encore le microscope de dissection et d'observation dont l'idée pre-

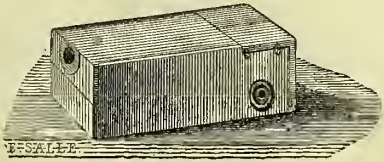


Fig. 27.

mière, si nous ne nous trompons, est due à M. Cosson. Cet instrument (fig. 28) possède une longue platine qui porte d'un côté un bras destiné à recevoir les doublets de dissection et de l'autre une colonne à support horizontal pour rece-

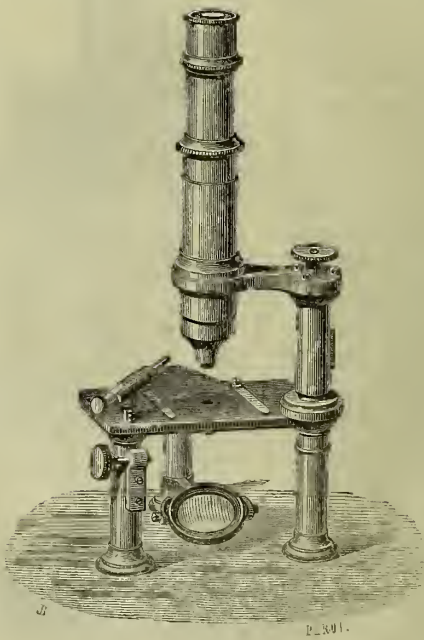


Fig. 28.

voir le corps du microscope. On peut donc à volonté employer le microscope simple en enlevant la colonne qui porte le corps, et remettre celle-ci en place pour les observations avec le microscope composé. Le porte-doublet est mû par une crémaillère. Accompagné d'un oculaire, des objectifs 1 et 3 et de 3 doublets de forces différentes et d'une loupe d'éclairage à pied, il coûte 140 frs.

M. Nachet s'est particulièrement occupé de la construction des microscopes binoculaires et à trois corps.

Le microscope binoculaire, construit d'après de nouveaux principes, donne des images stéréoscopiques; de sorte qu'en regardant avec les deux

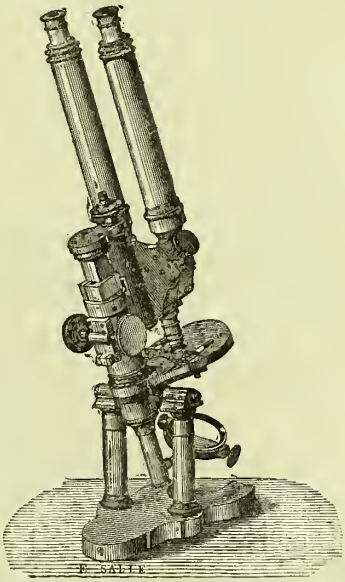


FIG. 29.

yeux à la fois, on contemple de magnifiques effets de relief; les tubes sont mobiles de manière à se rapprocher ou à s'écarter suivant la distance entre les yeux de l'observateur. Le microscope peut s'incliner horizontalement. Avec trois objectifs, 0, 1, 3, et 2 oculaires, son prix est de 500 fr.

Enfin le microscope à 3 corps, qui est construit sur le principe des microscopes binoculaires et à 2 corps, est destiné aux observations ordinaires, aux démonstrations relatives à des objets fugitifs et à l'action des réactifs. Il est accompagné de 3 oculaires et des objectifs 0, 1 et 3. Son prix est de 400 fr. Voici maintenant la force des objectifs de M. Nachet.

Tableau des grossissements obtenus par la combinaison des oculaires et des objectifs, mesurés à la distance de 250 millimètres.

OBJECTIFS.	OCULAIRES.		
	N° 1	N° 2	N° 3
N° 0 . . .	30	45	60
1 . . .	80	110	150
2 . . .	125	200	290
3 . . .	280	390	520
4 . . .	315	410	600
5 . . .	430	580	750
6 . . .	500	620	850
7 (à immersion) .	660	900	1380
8 idem . .	800	1150	1650

Ces divers objectifs sont cotés comme suit :

Objectifs ordinaires.

N° 0	coûte	fr.	15	N° 4	coûte	fr.	30
1	»	»	20	5	»	»	35
2	»	»	20	6	»	»	50
3	»	»	25	7	»	»	80

Objectifs à immersion.

Ordinaires.				A correction.			
N° 5	coûte	fr.	50	N° 5	coûte	fr.	80
6	»	»	60	6	»	»	120
7	»	»	100	7	»	»	150
				8	»	»	200

Nous aurions voulu pouvoir examiner en détail la valeur de ces divers objectifs ; malheureusement la plupart de ceux que nous avons vus remontant à une époque assez éloignée, ils ne peuvent servir de base à une bonne appréciation. Nous ne parlerons donc que des numéros suivants dont nous avons des exemplaires construits il y a peu de temps (novembre 1864).

Le n° 1 fait voir parfaitement les deux séries de lignes du Lepisma saccharina.

N° 3. Avec la lumière centrique, on peut fort bien distinguer les stries du Podura plumbea. En projetant très-obliquement la lumière, le soir, nous sommes même parvenu à voir les stries du Pleu-

rosigma. (1) Les fines stries de l'Hipparchia Janira se voient aussi très-nettement en donnant au miroir une obliquité convenable.

N° 7. Fort net et très-clair, cet objectif montre parfaitement, dans la lumière oblique, le Pleurosigma. Dans l'éclairage centrique, il donne également une fort bonne image.

N° 8. Cet objectif, qui est à immersion et correction, permet de distinguer très-nettement les trois lignes du Pleurosigma, de même que les lignes longitudinales et transversales du Surirella Gemma. Les fines lignes transversales du Vanheurckia rhomboides se montrent bien aussi.

Nous avons appris que dans ces derniers temps M. Nachet a réussi un n° 10, que l'on dit excellent. Nous ne l'avons point encore vu.

Arthur Chevalier (Palais royal, 153) a succédé à son père, à qui le microscope, outre les lentilles achromatiques à court foyer, doit tant d'importants perfectionnements. Il a repris avec beaucoup d'ardeur et de succès la construction des instruments de micrographie dont la fabrication avait été négligée par son père dans les dernières

(1) En nous servant ici de même que dans les pages précédentes et suivantes des mots stries ou lignes, nous exprimons ce que l'on semble voir. En effet, comme nous l'avons déjà dit antérieurement, les objectifs très-puissants démontrent qu'il n'y a point de véritables lignes, mais bien des hexagones (en relief ou en creux) dont les angles rapprochés semblent former des lignes.

années de sa vie, par suite du mauvais état de sa vue.

Arthur Chevalier occupe aujourd'hui une place distinguée parmi les constructeurs du continent. Nous allons passer en revue quelques-uns de ses modèles et nous examinerons ensuite attentivement la puissance optique de ses objectifs.

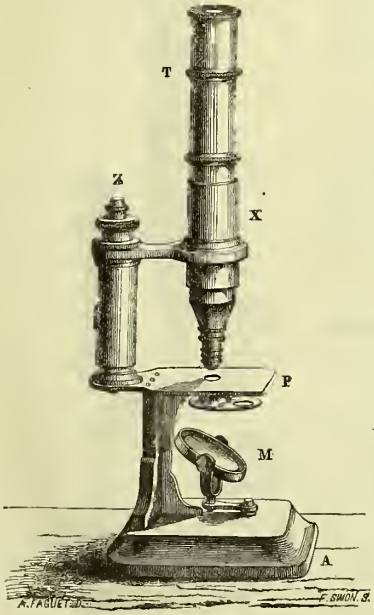


Fig. 30.

Remarquons que les prix de M. Arthur Chevalier qui, dans ces derniers temps, avaient subi de notables fluctuations, sont aujourd'hui fixés d'une manière invariable.

Examinons d'abord les modèles.

Le plus simple et qui peut suffire pour beaucoup de recherches est le microscope usuel (fig. 30). Cet appa-

reil possède un mouvement rapide et lent, un miroir à lumière excentrique à volonté, une série de diaphragmes, un oculaire et un objectif, et est accompagné de divers petits accessoires.

Suivant le désir de l'acheteur, M. Chevalier joint au microscope usuel, soit un objectif n° 3 à lentilles combinées en système, soit un n° 4 à lentilles achromatisées séparément et pouvant être employées ensemble ou isolément.

Le maximum de grossissement est de 350 diamètres. Nous conseillons cependant de préférer le n° 3. Ce dernier objectif qui est excellent est livré au même prix.

Le microscope à platine tournante est extrêmement méri-

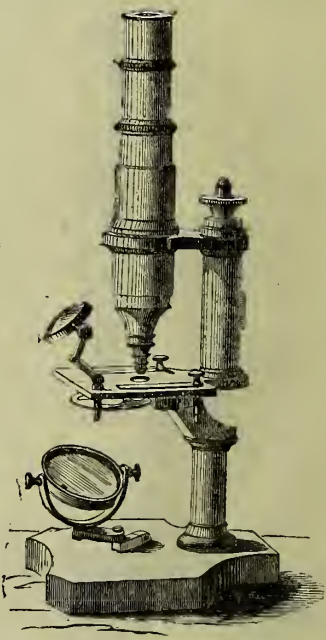


Fig. 31.

tant. Outre les avantages qui résultent de la rotation de la platine, ce microscope a encore deux mouvements, un miroir articulé, puis une loupe pour les corps opaques, une série de diaphragmes et un tube à tirage (fig. 31).

Il est accompagné des trois oculaires 1 — 2 et 3 et des objectifs 7 — 1 — 5, placés dans des étuis de cuivre. Le prix en est de 325 frs.

Le microscope, dit de Strauss, à colonnes est excellent. Nous nous servons journellement d'un instrument de ce modèle, auquel nous avons fait apporter diverses modifications (fig. 32, page 100) dont les principales consistent dans l'augmentation de longueur du cylindre dans lequel glisse le tube du microscope et dans le système d'articulation du miroir. Ainsi modifié, c'est un des appareils les plus commodes que nous connaissions. Ce modèle, qui s'incline à volonté, a une platine tournante dont la surface est en verre noir afin d'éviter les altérations produites par les réactifs. Les diaphragmes sont de deux sortes. Ils sont à tube et à disque. Une crémaillère permet de les hausser ou de les descendre. Les diaphragmes sont enlevés quand on emploie la lumière oblique. Le miroir, plan d'un côté et concave de l'autre, possède une double articulation ; en outre, il est attaché à un anneau glissant autour de la

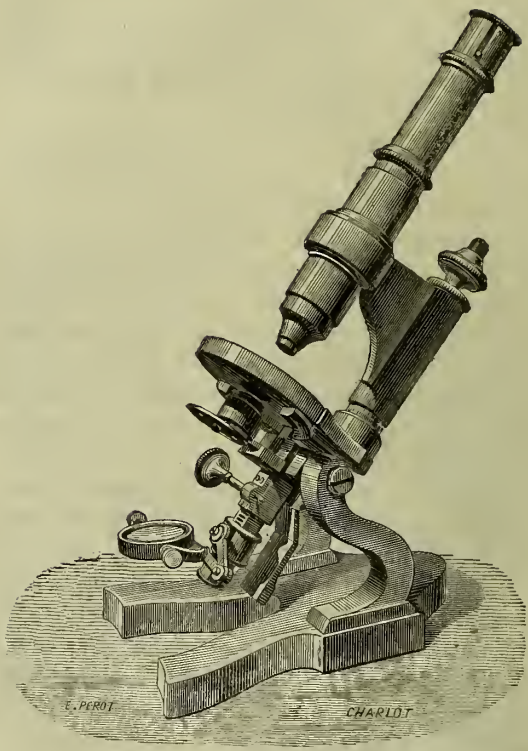


FIG. 32.

tige, ce qui permet de diriger la lumière oblique de tous les côtés.

L'instrument est accompagné du prisme oblique, des oculaires 1 — 2 — 3, des objectifs 2 — 3 — 5 — 6 — 8 et de divers accessoires. Il se vend au prix de 500 frs.

Un instrument d'un modèle plus parfait est désigné sous le nom de grand microscope de Strauss. Ce microscope (fig. 33, page 102) possède un mouvement rapide à crémaillère et un mouvement lent à vis de rappel. La platine porte le chariot de Tyrrell. Il est accompagné des systèmes 1; 2, 3 et 4 ordinaires et des numéros 5, 6, 7, 8, et 9 à correction, de même que d'un grand nombre d'appareils accessoires. Le prix en est de 1300 fr.

Enfin un modèle qui a eu beaucoup de vogue, c'est le microscope universel représenté ci-contre avec tous ses détails (fig. 34 et 34 bis). — Cet instrument est à la fois horizontal, vertical, redressé et oblique. Il possède un engrenage à la colonne, un engrenage au tube optique, lequel est divisé, une vis de rappel très-précise, une platine simple et une autre avec vis de rappel, dont la surface est en verre noir poli avec plateau circulaire.

Il a aussi 2 miroirs avec monture articulée

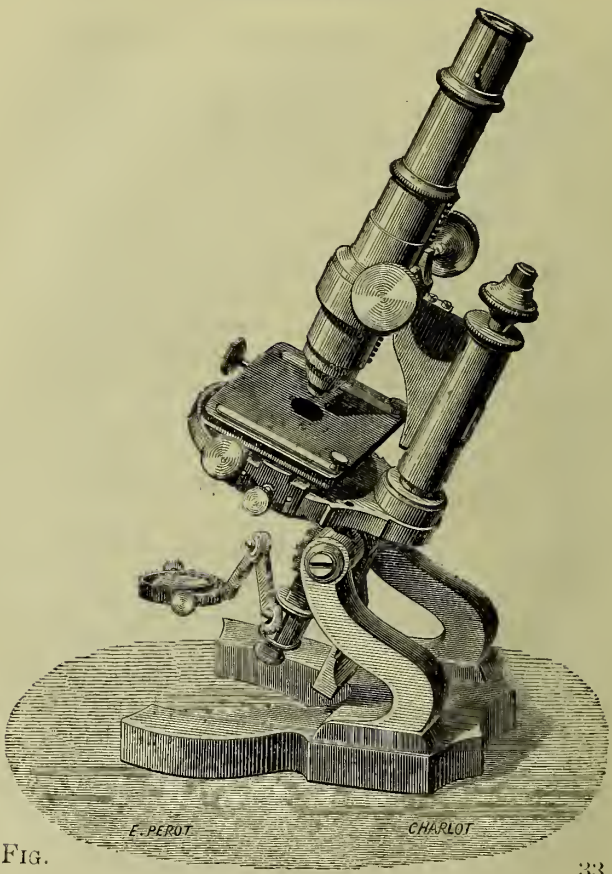


FIG. 33.

pour la lumière oblique, 3 oculaires, les objectifs ordinaires 1 — 2 — 3 — et les n° 5, 6, 7, 8, 9 à correction. Il est muni d'une chambre claire et de micromètres, du miroir de Lieberkhun pour les objets opaques, d'une loupe articulée, d'un compresseur à vis de rappel, d'un prisme redresseur, d'un appareil galvanique, et enfin de nombreux accessoires. Son prix est de 1300 frs.

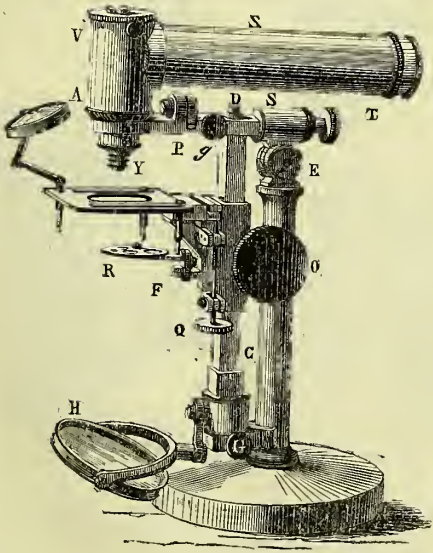


Fig. 34.

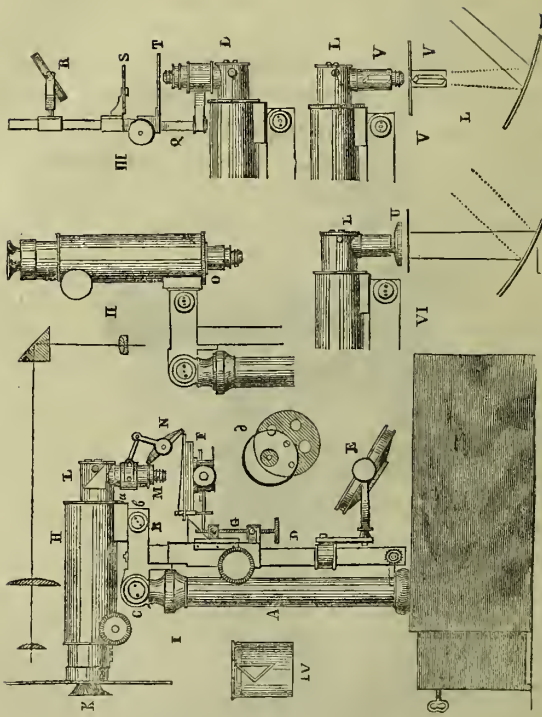


Fig. 34 bis.

Maintenant que nous avons examiné les montures, passons aux objectifs et indiquons-en tout d'abord les divers grossissements.

Objectifs de M. Arthur Chevalier.

Tableau des grossissements obtenus par la combinaison des oculaires et des objectifs, mesurés à la distance de 250 millimètres.

OBJECTIFS.	Sans tirage. OCULAIRES.			Avec tirage. OCULAIRES.		
	N° 1	N° 2	N° 3	N° 1	N° 2	N° 3
1	23	30	50	30	40	70
2	50	75	130	80	100	180
3	100	160	250	140	180	290
4	150	200	350	200	280	460
5	250	350	550	350	450	800
6	250	350	550	350	460	800
7	300	440	750	430	610	1020
8	380	500	800	550	700	1100
9	550	750	1300	700	800	1500
à imm. 7	330	430	750	450	600	1000
" 8	450	650	1100	600	800	1300
" 9	500	700	1150	700	950	1550
" 10	630	350	1500	850	1200	1900

Achetés séparément ou joints à l'une des montures précitées, leur prix est fixé comme suit :

Objectifs ordinaires.

Sans correction.			Avec correction.		
N° 1	—	20 frs.	N° 6	—	60 frs.

N° 2	—	20 frs.	N° 7	—	75 frs.
3	—	20 »	8	—	100 »
4	—	20 »	9	—	125 »
5	—	25 »			
7	—	35 »			
8	—	50 »			
9	—	80 »			

Objectifs à immersion.

Sans correction.			Avec correction.		
N° 7	—	50 frs.	N° 7	—	80 frs.
8	—	60 »	8	—	120 »
9	—	100 »	9	—	150 »
10	—	150 »	10	—	200 »

Objectifs ordinaires.

N° 1. — Objectif excellent pour les dissections et alors qu'il s'agit d'obtenir un grossissement très-faible, par exemple pour les objets opaques, etc.

N° 2. — On distingue très-bien les stries du Lepisma. M. Chevalier a eu la bonne idée de construire ses objectifs faibles à 3 lentilles au lieu de se contenter de deux comme on le fait ordinairement. Avec le système de M. Chevalier, on corrige mieux les aberrations chromatiques et sphériques.

N° 3. — Résout facilement le Lepisma et le Podura; fort clair et fort net, c'est le meilleur ob-

jectif pour les observations botaniques ordinaires.

N° 4. — Dans la lumière oblique, on distingue nettement les granulations du Podura plumbea. Dans l'éclairage oblique, apparaissent nettement les fines lignes transversales de l'Hipparchia Janira.

N° 5. — Éclairage centrique : Hipparchia Janira. Lumière oblique : Pleurosigma angulatum, très-distinctement.

N° 7. — Comme le précédent, mais grossissement plus considérable.

N° 8. — Pleurosigma angulatum et Grammatophora marina fort nets avec la lumière oblique.

N° 9. — On voit très-bien par la lumière centrique les petites lignes de l'Hipparchia Janira et les hexagones du Pleurosigma angulatum. Avec la lumière oblique, on voit très-bien les lignes du Pleurosigma elongatum préparé au baume du Canada.

Objectifs à immersion.

N° 7. — Le Pleurosigma angulatum se voit fort bien dans la lumière oblique.

N° 8. — Le Pleurosigma angulatum préparé à sec montre les hexagones avec la lumière centrique. Par l'éclairage oblique, se voient fort nettement ceux du Pleurosigma elongatum préparé

au baume du Canada et les petites lignes transversales du Surirella Gemma se distinguent avec une grande netteté. Un peu moins bien, apparaissent les lignes longitudinales du Surirella et les trauversales du *Vanheurckia rhomboides.*

N° 9. — Comme le précédent, mais sa puissance est plus considérable.

N° 10. — A immersion et à correction, c'est un excellent objectif et qui ne laisse rien à désirer sous aucun rapport. Il résout nettement le Surirella Gemma et le Vanheurckia viridula, dans la lumière oblique. Le Pleurosigma se voit parfaitement à l'éclairage centrique.

Maintenant que nous avons examiné les instruments entre lesquels nous pouvons faire un choix, voyons ceux que nous pouvons recommander de préférence, et observons que, possédant tous les instruments décrits dans cet ouvrage, nous les soumettrons volontiers à ceux de nos lecteurs qui, voulant faire une acquisition, trouveraient les renseignements insuffisants.

La personne qui ne veut faire que des observations microscopiques passagères et qui désire limiter sa dépense peut très-bien se contenter du microscope usuel de Chevalier accompagné de l'objectif 3. Le microscope d'étudiant du même constructeur, accompagné des objectifs 2 et 5, des

oculaires 1 et 2 et d'une loupe pour les corps opaques, conviendra parfaitement, de même que celui dit à petit tambour, de Hartnack, à la personne qui commence les observations microscopiques, ainsi que pour l'enseignement dans les écoles.

Mais l'amateur ou l'homme de science qui voudra élucider des questions nouvelles ne pourra s'en contenter. Il lui faudra les instruments les plus parfaits et les objectifs les plus puissants et il pourra choisir, soit parmi les grands microscopes de Nachet, soit les microscopes de Strauss, de Chevalier, soit le petit ou le grand modèle en fer à cheval de Hartnack, qui tous se récommandent par des qualités particulières.

S'il s'adresse à Hartnack, nous lui conseillerons de prendre le petit modèle n° 8 en fer à cheval avec les objectifs 4, 7 et 9, ce dernier à immersion et 3 oculaires dont un à micromètre. Le prix en est de 375 fr. Il fera bien d'y joindre l'objectif 2 et la chambre claire, et s'il ne doit pas regarder à la dépense, il le complétera par l'acquisition du n° 11, soit donc une somme totale de 795 frs., pour laquelle il aura un instrument hors ligne et pouvant suffire à toutes les recherches.

Si l'on s'adresse à Chevalier, on pourra prendre le petit modèle à platine tournante accompagné

des objectifs 1-3-5, et 8 à immersion, et de la chambre claire. Le prix s'élèvera à 311 francs. Mais celui qui voudra l'instrument le plus parfait de ce constructeur prendra le microscope de Strauss modifié d'après nos conseils. Il y joindra les objectifs 1 — 3 - 5 — 7 — 9 ordinaires, 8 et 10 à immersion, un micromètre oculaire, le prisme redresseur et la chambre claire. La dépense totale s'élèvera alors à 766 frs.

Enfin chez Nachet l'on aura le choix entre le grand microscope complet du prix de 1300 frs., et le microscope grand modèle droit qui vaut tout autant pour les observations botaniques et ne coûte que 600 frs. Enfin à moindre prix, l'on pourra prendre, soit le microscope grand modèle droit (500 frs.), soit le microscope petit modèle droit coté 125 frs. Tous ces instruments sont excellents.

CHAPITRE II.

Mesure et réproduction des objets microscopiques.

§ 1. — *Mesure des objets microscopiques.*

Divers moyens sont employés pour mesurer la grandeur des objets vus au microscope ; nous ne parlerons ici que du plus facile et qui est le plus généralement employé, c'est-à-dire de la mensura-

tion par l'oculaire micromètre dont nous avons déjà fait mention.

Le constructeur livre généralement, en même temps que l'oculaire micromètre, une table indiquant les rapports de l'oculaire avec les divers systèmes. On peut au besoin construire facilement soi-même une table pareille. Pour ce faire, il ne s'agit que de placer sur la platine un millimètre divisé en 100 parties et de voir combien il faut de divisions du micromètre oculaire (dont les divisions sont des dixièmes de millimètre) pour une division du micromètre objectif.

Que par exemple il en faille 5, ces 5 divisions du micromètre oculaire correspondant à une valeur réelle d'un centième de millimètre chaque division du micromètre oculaire

vaudra $\frac{1}{5}$ d'un centième de millimètre, soit donc :

$$\frac{1}{5} = 0,002.$$

Le rapport étant trouvé, il ne s'agit plus, pour calculer la grandeur réelle d'un objet, que de s'assurer du nombre de divisions du micromètre oculaire qu'il occupe et de multiplier ce nombre

par le chiffre qui exprime le rapport de l'oculaire avec l'objectif employé. Ainsi un objet occupant 6 divisions et le rapport étant 0,002, on aura

$$0{,}002 \times 6 = 0{,}012.$$

c'est-à-dire que l'objet examiné sera égal à douze millièmes de millimètre.

§ 2. — *Mesure du pouvoir amplifiant.*

Mesurer le pouvoir ampliant d'un microscope est chose très-facile. Deux procédés peuvent être employés.

D'abord un micromètre (ou millimètre divisé en 100 parties) étant placé sur la platine, on peut en projeter l'image sur une feuille de papier placée à la distance de 250 millimètres (distance conventionnelle de la vision distincte) de l'oculaire et cela par le secours d'une chambre claire. On trace alors au crayon un certain nombre des lignes projetées sur le papier, dix par exemple. On place ensuite sur la mesure dessinée un double-décimètre portant l'indication des millimètres et l'on examine combien de centimètres, et de millimètres sont occupés par la division dessinée. Si une division de la mesure dessinée est égale à un centimètre, le micromètre marquant des centièmes de millimètre, le grossissement sera de 1000. Si nous conseillons de dessiner dix divisions,

c'est afin d'obtenir une mesure plus exacte en prenant une moyenne.

Il est évident que, dans le cas que nous avons supposé, 10 divisions (le grossissement étant de 1000) égaleront un décimètre. Seulement le grand nombre de divisions rendra plus apparentes les fractions de centimètre. L'on pourra s'assurer facilement ainsi que 10 divisions occupant 10 centimètres 2 millimètres, le grossissement sera de 1020, tandis que si l'on n'avait pris qu'une seule division, la petite fraction aurait passé inaperçue.

Le second procédé, dit de la double vue, est plus difficile et exige quelque habitude. On pose le papier également à 250 millimètres et l'on regarde de l'œil gauche au microscope, tandis que de l'œil droit on regarde le papier. Il arrive alors que les deux images se confondent et que l'on peut marquer sur le papier les lignes du micromètre qu'on y voit projetées ; pour tout le reste, on agit comme dans le procédé précédent.

Ce moyen exige beaucoup de pratique, mais il présente de grands avantages dans les forts grossissements, alors que le champ du microscope est déjà assez sombre et que l'emploi de la chambre claire, qui enlève encore une partie de la lumière, présente de sérieuses difficultés.

§ 3. — *Dessin des objets microscopiques.*

Le dessin des objets microscopiques peut se faire aussi par le procédé de la double vue ou au moyen de la chambre claire. Le papier doit être également placé à une distance de 250 millimètres de l'oculaire et on suivra avec un crayon l'image de l'objet projeté sur le papier. C'est ici surtout qu'il faudra tâtonner pour trouver un éclairage convenable et montrant en même temps distinctement et le crayon et l'image de l'objet. Pour réussir, il faut que le papier et l'objet soient éclairés uniformément et que la lumière soit égale de part et d'autre. On y parvient, soit en donnant une position convenable au miroir, soit en assombrissant le papier au moyen d'un écran. L'expérience et l'habitude sont ici les meilleurs maîtres.

Il importe beaucoup de toujours indiquer sur chaque dessin le grossissement employé. Cela est facile, puisqu'il suffit de mesurer une fois pour toutes, à la distance où l'on dessine, le pouvoir amplifiant de l'objectif employé. Le grossissement est exprimé par une fraction ayant l'amplification pour numérateur et l'unité pour dénominateur, p. ex. $\frac{500}{1}$ indiquera un grossissement de 500 diamètres.

§ 4. — *Reproduction par la photographie des objets microscopiques.*

Les objets microscopiques peuvent aussi et souvent même avec avantage être reproduits par la photographie. Nous allons décrire ici le procédé dont nous nous servons, mais qui, au reste, ne diffère en rien des procédés photographiques ordinaires.

Pour les reproductions photographiques, il faut un microscope qui puisse s'incliner. On le dispose horizontalement ; l'oculaire doit pénétrer dans une chambre obscure ordinaire et l'on bouche soigneusement les interstices. Les rayons solaires étant condensés par le miroir, l'on examine si l'image vient se peindre nettement sur la glace dépolie, sinon on la met au point au moyen de la vis de rappel. Il est toutefois à remarquer que le foyer chimique se trouve un peu plus éloigné que le foyer visuel. Il faut donc, l'objet étant mis au point, reculer l'image d'une petite distance que l'on doit rechercher expérimentalement. Cette distance est d'autant moindre que l'objectif est plus fort, et, avec les objectifs très-puissants, elle est à peu près nulle.

L'on peut aussi se servir d'un appareil spécial construit par Nachet et représenté ci-dessous.

Cet instrument, qui est coté 300 frs., est accompagné d'une série d'objectifs.

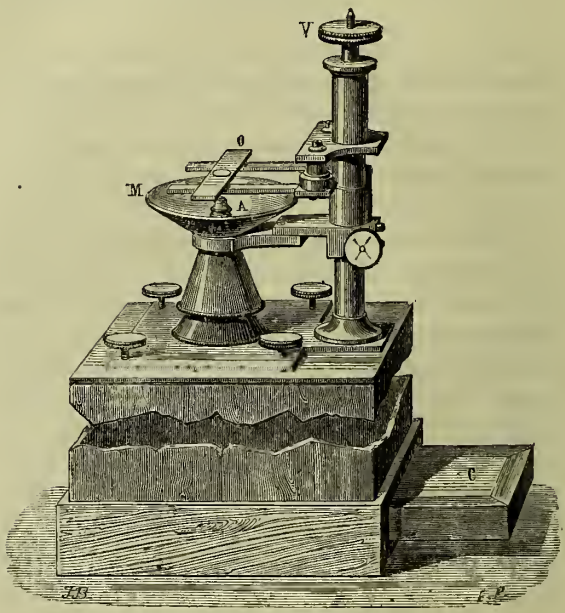


Fig. 35.

L'appareil (fig. 35) est monté verticalement de manière à peindre l'image dans le fond de la chambre noire ; la couche sensible est donc horizontale. Cette disposition offre des avantages multiples

pour les manipulations. D'abord elle permet d'obtenir des épreuves très-lumineuses des corps opaques; la lumière tombant verticalement est reçue dans le miroir de Lieberkühn M, et renvoyée sur l'objet placé au-dessus de l'objectif A. On peut prendre la lumière directe des nuages ou, à l'aide d'un miroir, la lumière solaire. On voit que la platine n'existe pas; l'objet est supporté par deux bras de verre épais, de sorte qu'il n'y a pas d'obstacle à la condensation de la lumière sur le miroir inférieur M. La mise au point s'obtient par la vis de rappel V. Pour les photographies à obtenir par transparence, un condensateur s'ajuste au-dessus de l'objet. (Il n'est pas représenté dans la figure.) Une ouverture garnie d'une petite lunette placée dans la partie supérieure de la boîte permet de s'assurer de la mise au point. La boîte est à tirage et a environ 80 centimètres de longeur.

Nous donnons ici la formule des produits que nous employons.

1. Nettoyage des verres :

Alcool.	20
Ammoniaque . . .	20
Eau	60
Tripoli	25

2. Collodion :

Éther	75
Alcool.	25
Coton poudre . .	1 à 2
Bromure d'ammonium	1/2
Iodure »	2

Ce collodion est très-rapide, mais on peut l'obtenir plus rapide encore en le mélangeant avec la moitié du volume du même collodion vieux. Ce moyen, dont nous nous servons depuis plusieurs années, a été également indiqué dans un travail récemment publié par M. C. Ommeganck, directeur de l'Association scientifique d'Anvers.

3. Bain d'argent :

Eau.	100
Nitrate d'argent fondu.	10
Iodure de cadmium .	1/2

Filtrez.

4. Pour développer :

Eau	100
Alcool	10
Acide acétique du commerce	15
Sulfate de fer . . .	5 à 10

5. Pour renforcer :

Eau	100
Acide acétique du commerce	15
Alcool	10
Acide pyrogallique. . .	1/2

6. Pour fixer :

Cyanure de potassium .	5
Eau . . , . . .	100

On tire d'abord un négatif sur verre. A cet effet, le verre étant bien nettoyé, ce dont on s'assure en promenant l'haleine à sa surface et quand alors on n'y aperçoit ni raies ni points gras, on passe au collodion. On saisira le verre par un des angles supérieurs et l'on versera sur l'autre angle du collodion en quantité suffisante pour couvrir toute la surface. On ne doit pas y revenir à deux fois ni faire revenir sur elle même la nappe de liquide. Le surplus de celui-ci doit être reçu dans un flacon à part pour être réemployé après un jour de repos.

Il s'agit alors d'immerger le verre collodionné dans le bain d'argent qui doit se trouver disposé d'avance dans une cuvette horizontale. Cette opération de même que toutes les autres, l'exposition à la lumière exceptée, se feront dans une chambre obscure où l'on n'aura d'autre lumière que celle fournie par une lampe.

On inclinera la cuvette, de façon à accumuler le liquide d'un côté et de l'autre ; on placera le verre, la surface collodionnée en dessus, et reposant, soit sur un crochet d'argent, soit sur une bande de verre dont l'extrémité est courbée au

feu, de façon à pouvoir retirer le verre du bain sans toucher celui-ci avec les doigts. On laissera retomber la cuvette de manière à couvrir le verre au moyen du liquide, et ce sans qu'il y ait un temps d'arrêt, ce qui gâterait l'épreuve. Lorsqu'on s'aperçoit, en soulevant le verre avec le crochet, que la couche collodionnée est devenue blanche et ne présente plus de traînées huileuses, ce qui arrive au bout de 2 à 5 minutes, on ôte le verre, on le laisse égoutter et on le met dans le châssis pour l'exposer à l'influence de la lumière. Le nombre de minutes nécessaires pour obtenir un bon cliché varie d'après l'intensité de la lumière et le grossissement.

Le temps nécessaire pour l'impression écoulé, le châssis sera refermé et rapporté dans la chambre obscure. On versera sur l'un des angles une certaine quantité du bain à développer et ce, de nouveau, sans temps d'arrêt et en couvrant entièrement la plaque. Lorsque tous les détails seront devenus bien apparents, on lavera la plaque à plusieurs reprises et à grande eau.

L'image alors pourrait, après être fixée, donner une épreuve, mais, comme généralement elle ne serait pas assez vigoureuse, on la renforce. A cet effet, on versera dans un verre une petite quantité du bain à renforcer et on y ajoutera à

l'instant quelques gouttes du bain d'argent. Ce mélange sera versé sur le verre et y sera promené jusqu'à ce que l'épreuve étant examinée par transparence on voie que les noirs qui formeront les blancs dans l'épreuve sur papier soient bien opaques. La plaque sera alors lavée à grande eau et on y versera la solution de cyanure. Après avoir de nouveau lavé à grande eau, on fera sécher le verre et on vernira l'épreuve au moyen d'une solution de gomme benjoin dans l'alcool.

Le cliché est alors achevé et l'on peut, au moyen des procédés que nous allons décrire en tirer autant d'exemplaires que l'on voudra.

Donnons d'abord les formules :

1. Bain d'argent.

Nitrate d'argent . .	15
Eau	70
Alcool.	30

2. Bain de virage.

Eau	4 litres.
Chlorure d'or . . .	1 gramme.
Hypochlorite de chaux	1 1/2 gramme.
Craie	Une petite quantité de façon a rendre le bain alcalin.

3. Bain de fixage.

Eau	100
Hyposulfite de soude .	15 à 20.

Le papier albuminé que l'on achète tout préparé et que l'on choisira de la meilleure qualité est étendu sur la surface du bain d'argent préalablement versé dans une cuvette horizontale en verre ou en porcelaine. Après 3 ou 4 minutes de contact, le papier est saisi par un des angles et fixé au moyen d'un crochet de bois à une corde tendue dans la chambre noire. On l'y laisse sécher.

Saisissant ensuite le cliché, on placera le papier sensibilisé derrière la face collodionnée et le tout est renfermé dans le châssis à reproduction et exposé à la lumière.

Quand on juge que l'image est assez venue, on plonge le papier dans le bain de virage et on l'y laisse jusqu'à ce qu'il ait pris un beau ton.

L'épreuve est alors plongée dans le bain d'hyposulfite, dont on la retire quand, examinée par transparence, les endroits non attaqués du papier paraissent parfaitement blancs.

Pour terminer, on la plongera 24 heures dans un sceau d'eau pure qu'on renouvellera 2 ou 3 fois.

L'épreuve est alors séchée et collée.

—

CHAPITRE III.

Causes d'erreurs dans les observations microscopiques.

§ 1. — *Irisation et diffraction.*

L'irisation qui, il n'y a pas encore longtemps, rendait impossible, pour les observations sérieuses, l'emploi du microscope composé, n'existe plus pour ainsi dire. C'est à peine si, dans les objectifs construits par nos bons opticiens, il reste encore quelque coloration produite par le spectre secondaire et qui n'est point nuisible.

L'irisation ne peut donc plus occasionner de troubles si ce n'est dans le cas où l'on emploierait une lumière trop vive et alors on la fera toujours disparaître en réglant convenablement l'éclairage.

Nous ne pouvons en dire autant des effets produits par la diffraction, à savoir l'existence illusoire de contours doubles autour des objets, et qui est d'autant plus forte que le grossissement employé est plus considérable. Quelquefois, au lieu d'un contour double, on en aperçoit un triple et même un quadruple. Un observateur exercé ne

sera jamais trompé par les phénomènes de diffraction. Il y a d'ailleurs, un moyen facile pour s'assurer de l'existence réelle des lignes apparentes, c'est d'éclairer successivement l'objet, quand la chose est possible, par transparence ou comme si cet objet était opaque. On comprendra que dans ce dernier cas, par suite de la nature même de ces lignes, il n'en restera plus le moindre vestige.

Au reste on évitera en grande partie les effets de diffraction en n'employant pas un éclairage trop énergique et surtout en rejetant absolument la lumière solaire.

§ 2. *Mouches volantes, impureté des verres.*

Les personnes peu habituées aux recherches voient fréquemment, surtout quand elles se servent d'une lumière vive et artificielle, des traînées de points obscurs, souvent semblables à des rangées de perles enfilées, qui viennent se fixer opiniâtrement sur les objets. Dans ce cas, le mieux est de suspendre l'observation pendant quelques instants.

Des grains de poussière adhèrent souvent aux lames des porte-objets de même qu'aux objectifs et aux oculaires. Avec quelque attention, ils ne peuvent pas occasionner d'erreurs. On reconnaîtra facilement l'endroit où ils se trouvent en faisant

tourner l'oculaire sur son axe et en bougeant le porte-objet. Des grains de poussière sur les lentilles de l'objectif rendent l'image trouble.

CHAPITRE V.

Conservation du microscope.

Le microscope est un instrument délicat et dont il faut prendre grand soin si l'on veut qu'il conserve sa valeur primitive. Nous croyons donc utile de dire quelques mots à ce sujet.

On conservera l'instrument sous une cloche de verre. De cette façon, il sera à l'abri de la poussière, qui pénètre dans les boîtes les mieux faites et il sera toujours sous la main et prêt aux observations. En outre, il est impossible d'ôter et de remettre fréquemment l'instrument dans sa boîte sans lui faire subir, soit quelques petits chocs, soit parfois une position un peu forcée, ce qui au bout de quelque temps amène inévitablement le décentrage.

Les lentilles étant la partie essentielle du microscope, on en prendra le plus grand soin. Si elles étaient couvertes de poussière, on enlèverait celle-ci soigneusement au moyen d'un pin-

ceau bien propre et préalablement débarassé de toute graisse par un lavage à l'éther. Le pinceau se conserve dans un tube de verre. C'est une excellente précaution que d'épousseter les lentilles chaque fois qu'on les met de côté après s'en être servi.

Si quelque humidité ou quelque impureté s'était attachée aux lentilles, on les essuyerait délicatement avec un linge fin à demi-usé. La peau de chamois qu'on emploie parfois à cet usage ne vaut rien à cause de la graisse dont on ne parvient jamais à la débarraser complétement.

Il ne faut jamais employer des réactifs sans faire usage d'un couvre-objet, et il faut toujours s'assurer si le liquide ne mouille pas le verre qui pourrait être terni et se corroder. Si pareille chose arrive, il faut de suite laver la lentille avec de l'eau distillée et l'essuyer soigneusement. De même on risque de gâter la lentille inférieure des objectifs à immersion si on néglige de l'essuyer. avant de la mettre de côté.

Il faut en général aussi préserver le microscope de toute espèce de vapeur. Si le corps du microscope glisse difficilement on l'humectera avec soit l'haleine soit avec un peu de salive et on l'essuyera de suite avec un linge en frottant vive-

ment. On en fera de même pour le tube dans lequel glisse le corps de l'instrument.

Un point important c'est de ne jamais serrer l'instrument en y laissant un objectif sans en même temps y laisser un oculaire; faute de cette précaution, des grains de poussière pénètrent quoiqu'on fasse dans le tube et vont se poser sur la lentille supérieure ce qui force à la nettoyer; or on sait que plus on doit avoir recours au nettoyage et plus on s'expose à détériorer les lentilles.

Enfin une dernière recommandation. Que la température de l'appartement ne soit ni trop chaude, ni trop froide; qu'elle ne dépasse en aucun cas 20 à 25 degrés au-dessus, ni 1 à 2 degrés au-dessous du point de glace, afin que la matière qui relie les parties des lentilles ne puisse jamais être altérée.

DEUXIÈME PARTIE.

LE MICROSCOPE

APPLIQUÉ A L'ANATOMIE VÉGÉTALE.

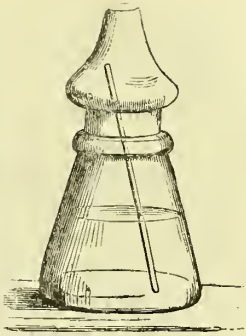
CHAPITRE PREMIER.

NOTIONS GÉNÉRALES SUR LA PRÉPARATION DES OBJETS.

§ 1er. — *Produits.*

Les produits que nous employons pour les préparations qui doivent être conservées sont au nombre de six, à savoir :

1. Baume du Canada.
2. Chlorure de calcium.
3. Glycérine.
4. Eau camphrée.
5. Huile fine des horlogers.
6. Vernis noir.
7. Vernis copal à l'essence.



1. *Baume du Canada.* — Employé rarement, si ce n'est pour les bois fossiles, quelques Diatomées et autres objets fort opaques. On conserve avec avantage le baume du Canada dans un flacon de forme particulière représenté dans la figure ci-contre.

2. *Chlorure de calcium.* — Il s'emploie en solution. Les proportions sont de 1 partie de chlorure et de 3 parties d'eau distillée. La solution est filtrée et bien garantie de la poussière. On s'en sert pour les objets transparents.

3. *Glycérine.* — La glycérine s'emploie pure. Il faut qu'elle ne contienne aucune impureté. On s'en sert pour les objets peu transparents, tels que les coupes de bois, etc., et aussi pour la préparation des fécules qui s'altèrent dans le chorure de calcium.

4. *Eau camphrée.* — C'est le seul liquide que nous ayons trouvé pour conserver les spirales délicates de chlorophyle qui se trouvent dans certaines algues, telles que les *Spirogyra.* Ces spirales sont détruites par toute autre solution.

Pour préparer l'eau camphrée, nous prenons un flacon à moitié rempli d'eau, nous y versons 3 ou 4 gouttes d'alcool camphré et nous secouons fortement. On remet de l'alcool camphré et on secoue ainsi un certain nombre de fois jusqu'à ce qu'une couche assez considérable de camphre en poudre surnage. Le liquide est alors filtré et conservé dans un flacon fermant parfaitement.

5. *Huile fine.* — Nous employons l'huile fine dont se servent les horlogers, au lieu des huiles essentielles recommandées par la plupart des auteurs. Les avantages que nous y trouvons, c'est de pouvoir employer comme lut le vernis noir ordinaire et de faire facilement les préparations. On emploie l'huile pour les pollens, l'aleurone et quelques autres objets.

6. *Vernis noir.* — On emploie avec avantage le *schwarzer maskenlack* n° 3 que l'on trouve chez Beseler (Schützentrasse, n° 66, à Berlin), et qui est probablement une solution alcoolique de gomme laque mêlée à quelque résine et à du noir de fumée. Mais, comme on se le procure difficilement, nous nous trouvons également bien d'une solution épaisse de vernis noir au bitume auquel on ajoute une petite quantité de cire dissoute dans de la térébenthine pour éviter le fendillement.

7. *Vernis copal à l'essence* — Sous ce titre,

on vend à Paris chez Durozieg, Place St-Michel n° 1, un vernis formé probablement par une dissolution de copal dans l'essence de lavande. On peut employer ce vernis, après l'avoir fait épaissir par évaporation, au lieu du baume du canada. On dépose une goutte de ce vernis sur le porte-objet; on y mêt l'objet parfaitement privé d'humidité et ensuite on recouvre le tout d'un couvre-objet. Il faut laisser sécher la préparation pendant quelques jours ; on enlève ensuite doucement l'excédant du vernis qui est sorti en le disolvant avec un petit tampon de linge imbibé de chloroforme. Le vernis est beaucoup plus facile à manier que le baume du canada et en outre comme il reste encore fluide sous le couvre-objet pendant un temps considérable il pénètre lentement et parfaitement l'objet.

§ 2. — *Instruments.*

Les instruments et accessoires dont nous nous servons sont des rasoirs, des aiguilles à cataracte, des bruxelles, un étau à main, des capsules de porcelaine, une lampe à alcool, quelques baguettes de verre plein et des verres de montre.

Rasoirs. — Les rasoirs doivent être de toute première qualité. Nous préférons ceux qui sor-

tent de la maison anglaise John Barber. On en aura d'évidés et de non évidés. Les premiers s'emploient pour les substances délicates, les seconds pour les objets durs, tels que les bois, etc.

Les rasoirs ne sont jamais fournis par les repasseurs avec un tranchant suffismentant affilé ; d'ailleurs on doit les affiler de nouveau après avoir fait quelques coupes. On devra donc savoir affiler soi-même ses rasoirs. Nous nous servons dans ce but d'une composition excellente, malheureusement un peu chère (12 et 25 francs, suivant la grandeur de la tablette) et qui porte pour nom *celebrated magnetic tablet* (Rigge, Brockbank et Rigge, 35, Newbond Street, London, et 5, East Street Brichton). Après avoir passé un certain nombre de fois le rasoir sur cette composition, en ayant soin de tenir le rasoir bien plan, on termine en le passant cinq ou six fois sur le cuir placé de l'autre côté et sur lequel on répand avec le doigt le *Rimmel's genuine Diamond Dust* que l'on trouve dans tous les dépôts de parfumerie de la maison Rimmel. Nous avons des rasoirs traités ainsi et qui possèdent un tranchant extraordinaire, quoique nous nous en servions journellement et depuis plusieurs années. Jamais ils n'ont passé par les mains du repasseur.

Pour s'assurer si le rasoir possède le tranchant

exigé, on prend un cheveu entre le pouce et l'index, que l'on place à égale hauteur, alors, saisissant le rasoir, on doit couper net le cheveu en le pressant doucement avec le rasoir à une distance de 4 à 5 millimètres au-dessus du pouce.

Aiguilles. — Les aiguilles emmanchées qui accompagnent généralement les microscopes ne peuvent être d'aucune utilité. On doit se servir d'un porte-aiguille dans lequel on insère ses aiguilles. On peut à bas prix se procurer en Allemagne de pareils porte-aiguilles. Ils consistent en une baguette de bois anguleuse, terminée supérieurement par une tige de cuivre. Celle-ci est fendue en quatre, de façon à serrer l'aiguille que l'on met au centre, et ce au moyen d'un écrou : la partie extérieure de la tige de cuivre portant un pas de vis.

Les aiguilles employées doivent être aussi fines que possible. Généralement on se sert des n°s 11 et 12.

On se sert des aiguilles pour les dissections microscopiques. Mais pour transporter de légers objets, on les saisira avec un pinceau mouillé : les aiguilles endommageant souvent les objets microscopiques.

Les *aiguilles à cataracte* (fig. 37) sont des aiguilles dont l'extrémité est terminée par une

lame tranchante en forme de fer de lance. On les emploie pour les dissections.

Fig. 37.

Les *bruxelles* ou *presselles* (fig. 38) servent à saisir les petits objets. Il faut que leur surface intérieure soit unie et non avec des rainures.

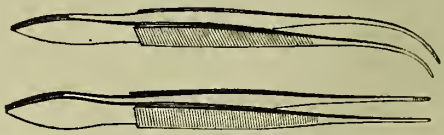


Fig. 38.

L'*étau à main* (fig. 39) sert à serrer, entre de la moelle de sureau, les objets minces (par exemple, des lames de feuilles) dont on veut avoir des coupes tranversales.

FIG. 39.

Les *baguettes de verre* plein servent à prendre des gouttes des réactifs, et les *capsules* et *verres de montre* servent à déposer certains objets dans les liquides appropriés, par exemple l'acool et l'éther, pour enlever l'air qui existe dans les coupes.

§ 3. — *Des réactifs.*

Les réactifs les plus fréquemment employés dans les recherches d'anatomie végétale sont les suivants :

Chlorure de zinc iodé,
Eau iodée,
Nitrite de mercure,
Éther,
Oxyde ammoniaco-cuprique,
Acide nitrique,
Acide sulfurique,
Carmin,
Chlorate de potasse,
Potasse caustique.

Chlorure de zinc iodé. — Son action est identique avec celle combinée de l'acide sulfurique et de l'iode, mais la coloration bleue qu'elle exerce sur la cellulose varie de teinte d'après son degré de concentration. La couleur bleue se change en violette ou rouge au bout de vingt-quatre heures.

D'après Schultz, on doit préparer de la façon suivante le chlorure de zinc iodé :

La solution de zinc dans l'acide chlorhydrique est évaporée à consistance sirupeuse, tout en la remuant sans cesse avec une lame de zinc métallique. On ajoute alors de l'iodure de potassium jusqu'à saturation. On finit en y ajoutant de l'iode et de l'eau en quantité nécessaire.

Eau iodée. — Sert à provoquer la coloration tant de la membrane de la cellule que du contenu de celle-ci.

On la prépare en ajoutant 5 centigrammes d'iode et 15 centigrammes d'iodure de potassium à 30 grammes d'eau.

Nitrite de mercure. — S'emploie en solution. Il colore les substance azotées en rouge vif; il n'agit qu'après un quart d'heure d'action ou plus, mais on obtient un effet plus prompt et meilleur en chauffant légèrement la préparation.

Éther. — Destiné à dissoudre les huiles fines ou essentielles, de même que les résines.

Alcool. — Sert au mêmes usages que l'éther, mais il est surtout destiné à enlever l'air des coupes végétales. Avant de préparer celles-ci on les plonge pendant quelques minutes, dans une capsule contenant de l'alcool.

Oxyde ammoniaco-cuprique. — On le prépare en dissolvant de l'oxyde de cuivre récemment précipité et encore humide dans de l'ammoniaque liquide.

L'oxyde ammoniaco-cuprique dissout la cellulose.

Acide nitrique. — Colore en jaune les matières intercellulaires de même que les matières azotées que l'on doit mettre en contact avec de l'ammoniaque liquide après avoir fait réagir l'acide nitrique. On l'emploie aussi pour le procédé macératoire de Schultz, comme il sera dit à l'article du chlorate de potasse.

Acide sulfurique. — A l'état concentré, on s'en sert dans les recherches sur les pollens et les spores ; à l'état dilué (3 parties d'acide sulfurique et une d'eau), on l'emploie pour colorer la cellulose en bleu. A cet effet, on commence par mouiller la préparation avec de l'eau iodée, et ayant ensuite enlevé le surcroît d'eau iodée avec un morceau de papier joseph on ajoute une goutte d'acide sulfurique et l'on couvre d'un verre mince.

La coloration bleue se change après vingt-quatre heures en couleur violette ou rouge.

Carmin. — Sert à colorer en rouge et à rendre par-là plus apparents le protoplasme et le nucleus. On le prépare en dissolvant quelques grains de carmin dans une petite quantité d'ammoniaque liquide. Cette solution est ensuite étendue d'eau.

Chlorate de potasse. — Sert pour le procédé de macération imaginé par M. Schultz. On prend l'objet que l'on coupe en tranches minces et on les dépose sur le porte-objet, on les couvre d'une quantité de chlorate de potasse pulverisé égale à leur volume et l'on ajoute quelques gouttes d'acide nitrique. La lame de verre est ensuite exposée pendant une à trois minutes à la chaleur d'une lampe à alcool.

Après la réaction, on lave en répandant à plusieurs reprises de l'eau, au moyen d'un pinceau, sur la préparation. On parvient de cette façon à isoler les cellules.

Potasse caustique. — On l'emploie en solution et ordinairement l'on doit aussi faire intervenir la chaleur. Il sert à dissoudre les graisses et la matière intercellulaire de même que le ligneux et la subérine. Schacht recommande de le conserver à l'état de poudre, parce que, dit-il, à l'état

de solution, il attaque les bouchons de liége et forme entre le goulot et le bouchon, dans les flacons à bouchons de verre, un silicate qui empêche l'ouverture du flacon.

CHAPITRE II.

FAÇON DE FAIRE LES PRÉPARATIONS.

Toutes les préparations se faisant dans les liquides (les préparations au baume du Canada exceptées), on doit commencer par former la cellule qui contiendra le liquide.

A cet effet, on prendra le verre que l'on destine à servir de porte-objet, et l'on y appliquera, au moyen d'un pinceau, deux bandes de vernis noir, comme on le voit dans la figure 40.

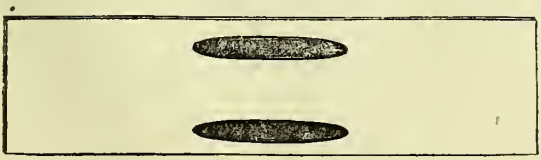


FIG. 40.

On laissera sécher le vernis et quand celui-ci

sera bien sec, on donnera encore 1, 2 ou 3 couches de vernis que l'on laissera sécher de même. Il va sans dire que le nombre de couches de vernis que l'on applique sur le verre doit être proportionné à l'épaisseur de l'objet que l'on désire renfermer dans la cellule.

Le vernis étant bien sec, on dépose au milieu du verre une goutte du liquide que l'on doit employer et qui naturellement varie selon la nature de l'objet. Celui-ci est alors placé dans le liquide et recouvert d'un couvre-objet. Si dans cette opération il se forme des bulles d'air dans la cellule, on soulève doucement à moitié le couvre-objet et l'on chasse les bulles en les touchant avec la pointe d'une aiguille et en inclinant le porte-objet. La cellule étant privée d'air, on éponge au moyen de papier buvard la quantité de liquide qui déborde latéralement et l'on donne une couche de vernis noir sur la surface supérieure du couvre-objet à l'endroit où l'on a donné les premières couches et de façon à mouiller ces dernières. On met alors la préparation de côté pour vingt à trente minutes. Au bout de ce temps, le vernis étant un peu séché et le couvre-objet adhérant plus ou moins fortement, parce que la couche supérieure a détrempé les inférieures, on donne deux couches aux côtés latéraux du couvre-objet,

et ce de façon que le pinceau touche en même temps le couvre-objet et la lame qui sert de porte-objet. Ces couches étant séchées, on en met successivement deux ou trois autres, de façon que la cellule soit parfaitement fermée. On n'a plus alors qu'à étiqueter la préparation. En Allemagne, on colle généralement avec du silicate de potasse aux deux extrémités du porte-objet deux bandes de verre, afin de pouvoir superposer les préparations sans endommager le couvre-objet.

Quant aux préparations au baume du Canada, on pose une goutte de ce baume à la surface du porte-objet que l'on chauffe légèrement. Le baume étant liquéfié, on y dépose l'objet en évitant la formation des bulles d'air que, le cas échéant, on détruit en les piquant avec une aiguille. On place ensuite sur le tout un couvre-objet préalablement un peu échauffé et l'on presse doucement. On n'a plus qu'à enlever le surcroît de baume qui est sorti par les côtés du couvre-objet. On y parvient en le frottant légèrement au moyen d'un linge imbibé d'alcool.

CHAPITRE III.

CELLULES.

La plante, comme on sait, est un être organisé composé de plusieurs partie, remplissant chacune quelque fonction particulière. Ces parties qui, dans les phanérogames, par exemple, sont les racines, les feuilles, les fleurs, etc., ont été nommées organes composés, parce qu'ils sont formés eux-mêmes d'autres organes plus simples qui ont reçu le nom d'organes élémentaires. Les organes élémentaires se réduisent à trois : qui sont, les cellules, les fibres et les vaisseaux. Ces deux derniers cependant ne sont qu'une simple modification de la cellule qui, en réalité, est la forme élémentaire et originale de tout tissu tant animal que végétal.

§ 1er. — Forme des cellules.

Dans sa forme la plus simple, la cellule se présente sous forme d'une petite outre ou vessie close de toutes parts. Les cellules, sont primitivement rondes ou ovoïdes et gardent cette forme tant

qu'elles peuvent se developper librement (fig. 41); mais généralement, par suite de la pression des cellules voisines, ou par un mode de croissance particulier, leur forme varie.

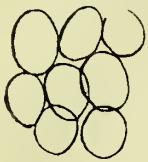


FIG. 41.

Les formes principales des cellules sont : les cellules rondes, (fig. 41), polyédriques, étoilées, dans lesquelles chacune d'elles présentent latéralement des prolongements correspondant régulièrement avec les prolongements des cellules voisines qui ont la même forme, enfin les cellules fongiformes, dans lesquelles chaque cellule se prolonge très-irrégulièrement.

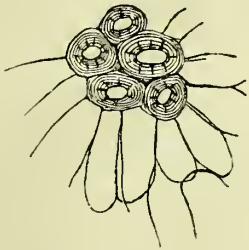


FIG. 42.

Nous indiquons ci-après les plantes où chacune de ces formes de cellules doivent être recherchées, le grossissement avec lequel il faut les étudier et le liquide dans lequel il faut les placer pour les conserver.

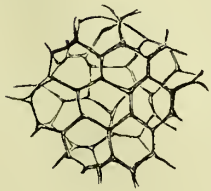


FIG. 43.

Cellules rondes. — Coupe transversale de *Tulipa sylvestris*, de *Lilium Martagon*, etc. Grossissement à employer : 50 à 100 diamètres. Préparation au chlorure de calcium.

Cellules allongées. — Coupe d'une poire mûre, etc. Grossissement. 50 à 100 diamètres. Préparation au chlorure de calcium.

Cellules hexagonales. — Coupe de la moelle du sureau et de beaucoup d'autres plantes, feuilles du *Plagiochila asplenioides*, etc. Grossissement : 50 à 100 diamètres. Préparation au chlorure de calcium.

Cellules étoilées. — Coupe tranversale de *Juncus conglomeratus*, *effusus*, etc. Grossissement : 50 à 100 diamètres pour l'ensemble, 200 à 300 diamètres pour étudier le point de contact des cellules. Préparation au chlorure de calcium.

Cellules fongiformes. — Coupes transversales et longitudinales des pétioles de *Canna indica*. Grossissement : 50 à 100 diamètres pour l'ensemble, 200 à 300 diamètres pour les points de contact. Préparation au chlorure de calcium.

§ 2. — Constitution de la membrane cellulaire.

La cellule se compose primitivement d'une

seule membrane, mais en avançant en âge, il se dépose à l'intérieur de celle-ci et au dépens des substances qu'elle renferme une deuxième et même plus tard une troisième et même parfois une plus grand nombre de membranes qui viennent tapisser la première. Ces membranes secondaires ne s'appliquent pas toujours exactement sur la première, mais elles ont généralement des ouvertures dans leur substance. Elles viennent le plus souvent épaissir la première sous forme d'une couche percée de trous plus ou moins grands (fig. 44) ou de raies (fig. 45); mais dans d'autre cas elles se déposent sous forme d'anneaux (fig. 46), de spiricules ou de spirales (fig. 47). Ces spirales, a leur tour, peuvent être rondes ou aplaties.

Fig. 44.

Fig. 45.

Fig. 46.

Fig. 47.

Enfin la cellule peut se remplir parfois presque entièrement de matière ligneuse, dans laquelle on remarque alors d'étroits canaux qui correspondent aux canaux les cellules voisines. La fig. 42 représente des cellules concrétionnées d'une poire.

On étudiera ces différentes formes dans les plantes énumérées ci-après.

Cellules ponctuées. — Caroncule de la graine des *Ricinus*, moelle de sureau, parties inférieures de la tige du *Papaver Rhœas*, etc. Grossissement : 50 à 100 diamètres pour l'ensemble, 200 à 300 pour une étude plus approfondie. Préparation au chlorure de calcium.

Cellules réticulées. — Elles s'observent spécialement dans les anthères. Nous en parlerons longuement plus tard.

Cellules spiralées. — A. Spirale ronde. Racines aériennes d'Orchidées épiphytes. Grossissement : 50 à 200 diamètres. Préparation au chlorure de calcium. B. Spirale aplatie. Faisceaux vasculaires des *Mamillaria*. Grossissement : 200 à 300 diamètres. Préparation au chlorure de calcium.

Cellules concrétionnées. — Granules durs que l'on observe dans les poires, coque du fruit du *Hakea suaveolens*, noyau des Amygdalées, etc. Grossissement : 50, 200 à 300 diamètres. Préparation à la glycérine et au baume du Canada.

VAISSEAUX.

Les vaisseaux résultent de la fusion de cellules longue et étroites, dont les parois intermé-

diaires sont résorbées. Que l'on s'imagine, en effet, les cellules de la fig. 48 et qu'on fasse disparaître la parois placée aux bouts de chaque cellule et l'on aura un vaisseau. On peut, dans plusieurs cas, obtenir la démonstration de ce fait en traitant les vaisseaux par de l'acide chlorhydrique ou de l'acide nitrique affaibli. On verra alors le vaisseau se partager en plusieurs portions et à l'endroit où l'on observait des étranglements.

Fig. 48.

Les vaisseaux provenant des cellules, on doit observer sur eux tous les dessins qu'on trouve sur celles-ci. L'on a ainsi des vaisseaux ponctués

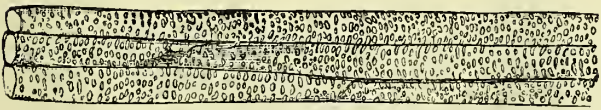


Fig. 49.

Fig. 50.

(fig. 49), rayés, reticulés fig. 50), qui ne sont qu'une modification des vaisseaux ponctués ; et les vaisseaux annulaires.

Les vaisseaux spiralés (fig. 51) se désignent généralement sous le nom de vaisseaux spiraux ou trachés.

Fig. 51.

Lorsque les raies sont d'égales longueur et que le vaisseau est prismatique, on lui donne le nom de vaisseau scalariforme. Un tel vaisseau peut être scalariforme sur l'une de ses faces ou sur une partie de sa longueur et simplement ponctué sur une autre, comme on le voit dans la figure 52.

Fig. 52.

Nous remarquerons encore d'une façon particulière les vaisseaux cribriformes, dont nous parlerons ci-après et les vaisseaux laticifères.

Les vaisseaux laticifères diffèrent complétement de tous les vaisseaux dont il vient d'être mention. Ils se présentent sous forme de tubes de diamètre variable, mais cependant généralement assez identique dans la même plante. Les parois sont épaissis et les tubes s'anastomosent entre eux. On a

cru longtemps que les laticifères n'étaient point des vaisseaux formés à la façon ordinaire, mais qu'ils résultaient de méats intercellulaires aggrandis par l'accumulation du latex. Beaucoup de botanistes éminents contestent actuellement cette assertion, et feu notre ami Schacht, soutenait formellement que les laticifères proviennent, de même que les autres vaisseaux, de la fusion de plusieurs cellules en un seul tube. Nous avons fait beaucoup de recherches a ce sujet et spécialement au moyen de l'*Euphorbia canariensis*, dont les préparations de laticifères que nous conservons encore dans notre collection nous font partager entièrement l'opinion de Schacht.

RECHERCHES SUR LES VAISSEAUX.

Vaisseaux ponctués. — Coupes transversale et longitudinale du *Clematis Vitalba*, de la racine de *Beta vulgaris*, etc. On tâchera d'obtenir la coupe d'un vaisseau. Grossissement : 50 pour l'ensemble, 300 à 400 diamètres pour l'étude des ponctuations. Préparation au chlorure de calcium.

Vaisseaux spiraux. — Coupe de toutes les parties jeunes des plantes. Grossissement : 50 à

100 diamètres. Préparation au chlorure de calcium.

Vaisseaux rayés. — Coupe longitudinale du *Pteris aquilina*, etc. Grossissement : 50 et 200 diamètres. Préparation au chlorure de calcium.

Vaisseaux scalariformes. — Coupes longitudinale et transversale de la souche du *Pteris aquilina*, de la tige des *Lycopodium*. etc. Grossissement : 50 à 200 diamètres. Préparation au chlorure de calcium.

Vaisseaux réticulés. — Coupe longitudinale de la tige du *Papaver Rhœas*, du tubercule des Dalhias, des nœuds du *Tradescantia zebrina*, etc. Grossissement : 50 et 200 fois. Préparation au chlorure de calcium.

Vaisseaux annulaires. — Coupe longitudinale des *Equisetum*, etc. Grossissement, 50 et 200 diamètres. Préparation au chlorure de calcium.

Vaisseaux cribriformes. — Ces vaisseaux, qui ont été découverts il y a peu de temps par M. Hartig, consistent en tubes offrant des espaces plus ou moins circulaires, dans lesquels se voient un grand nombre de petites ouvertures, donnant ainsi à chaque espace la forme d'un tamis. On peut distinguer trois formes différentes de vaisseaux cribriformes.

1. Vaisseaux à disques criblés situés sur la paroi horizontale des cellules. On les remarquera dans les *Cucurbita* et *Carica Papaya*. Grossissement : 200 à 400 fois. Préparation au chlornre de calcium.

2. Vaisseaux à disques criblés formés de cellules allongées et séparées les unes des autres par des cloisons transversales obliques et situées dans des cellules qui, sur le restant de leur surface, présentent des épaississements scalariformes. On les observe dans les *Bignonia* et *Ipomœa tuberosa*. Grossissement : 200 à 400 fois. Préparation au chlorure de calcium.

3. Vaisseaux à disques criblés placés sur la paroi longitudinale des cellules. On les observera admirablement dans les coupes longitudinales du liber du *Pinus Strobus*. Grossissement : 200 à 400 fois et plus. Préparation au chlorure de calcium.

Vaisseaux laticifères. — On pourra les étudier dans les Composées, mais surtout dans les Euphorbiacées et spécialement dans l'*Euphorbia canariensis* Grossissement : 50 à 200 fois. Préparation au chlorure de calcium.

FIBRES.

On a désigné sous le nom de fibres les cellules

lignifiées, longues et terminées en fuseau à leurs deux extrémités. Nous avons surtout a désigner les fibres ponctuées (fig.53) que l'on trouve dans les Conifères. Ces fibres ont sur leur surface une série de ponctuations qui se présentent sous forme d'un petit cercle entouré d'un plus grand. D'après les dernières recherches de Schacht et que nons avons pu vérifier, les ponctuations sont des canaux poreux qui s'élargissent vers l'extérieur. Les deux cercles que l'on voit correspondent donc, le plus grand (nommé l'aréole de la ponctuation) à l'ouverture externe et le plus étroit à l'ouverture interne du canal.

Fig. 53.

On étudiera les fibres ponctuées en examinant des coupes longitudinales et transversale du bois des Conifères. On emploiera un grossissement d'environ 50 diamètres pour l'étude des préparations. Celles-ci se feront au chlorure de calcium et parfois à la glycérine.

CHAPITRE IV.

CONTENU DES CELLULES.

Les cellules ne sont point vides, loin de là ; tant qu'elles sont jeunes et vivantes, elles renferment un liquide nommé suc cellulaire et dans lequel on trouve une foule de corps dont les principaux sont : la chlorophylle, les cristaux, le nucleus, le protoplasme, la fécule, l'aleurone, des huiles fixes ou essentielles, etc. Nous allons passer en revue chacune de ces matières.

Chlorophylle. — Sous le nom de chlorophylle, on désigne la substance qui colore les parties vertes des plantes. Elle peut se présenter, soit sous forme de globules, soit à l'état amorphe, soit encore sous forme de bandes disposées en spires avec une grande régularité. A l'état amorphe et sous forme de bandes, on l'observe dans les algues filamentaires des genres *Spirogyra*, etc. Grossissement 50 et 200 fois. Préparation

au chlorure de calcium et pour les algues à l'eau camphrée.

Cristaux,—On peut les trouver à l'état de cristaux isolés (fig. 54), de cristaux agglomérés, (fig. 55), de raphides (fig. 56), et de cystolithes.

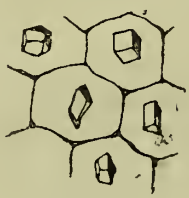


Fig. 54.

Fig. 55.

Fig. 56.

Nous n'avons rien de particulier à décrire à propos des deux premiers; quant aux raphides, on a donné ce nom à des cristaux se présentant sous forme de longues aiguilles et réunies en grand nombre dans la même cellule. Très-sou-

vent ces cellules à raphides sont disposées l'une au-dessus de l'autre en longue série. Les cystolithes sont des prolongements de la paroi cellulaire, et se présentent sous forme d'un filet nommé suspenseur et terminé par une petite boule ou une espèce de grappe. Ils se composent de couches de cellulose entremêlées de grains calcaires.

Recherches sur les cristaux : *Cristaux isolés.* — On les observera à l'aide d'un grossissement de 50 à 100 fois dans les écailles du bulbe de l'oignon commun. Préparation au chlorure de calcium.

Cristaux agglomérés. — Coupe transversale et longitudinale du *Portulaca oleracea.* Grossissement de 50 à 100 fois. Préparation au chlorure de calcium.

Raphides. — Coupe longitudinale du pétiole des *Funkia*, de la tige de l'*Aloe micrantha*, etc. Grossissement 50 et 200 fois. Préparation au chlorure de calcium.

Cystolithes. — Sous la forme allongée dans l'épiderme et la couche cellulaire sous-jacente des *Justicia.* Sous forme de grappes de raisins dans la coupe transversale de la lame des feuilles du *Ficus elastica.* Grossissement 50 à 200 diamètres. Préparation au chlorure de calcium.

(Voyez au chapitre des feuilles, la façon de faire les coupes.)

Nucleus et protoplasme. — Dans les cellules jeunes, on trouve une matière azotée et visqueuse que l'on désigne sous le nom de protoplasme. Cette matière qui remplit presque entièrement les cellules très-jeunes disparaît peu à peu et plus tard il n'en reste que des filaments se rattachant d'un côté aux parois de la cellule et de l'autre au nucleus. Ce nucleus est un corps rond, solide, placé dans l'intérieur des cellules vivantes; il offre très-souvent un noyau central, globuleux, plus petit, formé de corpuscules appellés nucléoles et qui sont fortement réfringents.

On peut observer le nucleus et le protoplasme dans la plupart des organes jeunes. Voir la coupe de la tige du *Beta vulgaris*, de la partie extérieure du labellum des *Cattleya*, etc. Grossissement 50 et 250 à 300 diamètres. Préparation au chlorure de calcium.

Silice. — La silice incruste très-souvent les cellules. Pour l'observer, on fera de minces coupes du bois de *Petraea* que l'on calcinera sur une lame de platine. Les cendres que renferment le squelette siliceux de la cellule seront examinées

de 100 à 200 diamètres et préparées au chlorure de calcium.

Tyloses. — Cellules formées par le parenchyme ligneux ou par les rayons médullaires qui pénètrent à l'intérieur des vaisseaux à travers les ponctuations. Coupes transversales de vieilles tiges de vigne, de *Robinia viscosa*, etc. Grossissement 50 et 200 fois. Préparation au chlorure de calcium.

Huiles fixes. — Dans les graines des Crucifères ; coupe de l'ovaire des *Musa*, etc. Grossissement 50 fois. Préparation au chlorure de calcium.

Huiles essentielles. — Coupe de l'épiderme des oranges, etc. Grossissement 50 à 100 fois. On pourra faire une préparation au chlorure de calcium et une autre à la glycérine.

Fécule. — Sous forme de grains ronds ou ovales dans la pomme de terre (fig. 57), sous forme de lentilles aplaties dans l'albumen des *Triticum*, du *Secale*, etc.

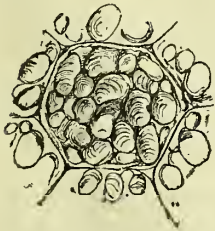


Fig. 57.

Sous forme de disques aplatis dans la racine des Zingibéracées ; sous forme de crosse dans les vaisseaux

laticifères de l'*Euphorbia antiquorum*, *splendens*, etc.

Toutes les formes de fécule seront examinées à un grossissement de 50 et de 200 à 400 diamètres et préparées à la glycérine ou à l'huile fine.

On étudiera également la fécule sous l'influence de la lumière polarisée. On observera aussi la coloration bleue que prend la fécule en présence des plus faibles quantités de la solution iodée.

Aleurone.— Découverte par M. Hartig, elle est souvent semblable à la fécule, dont elle diffère par la coloration qu'elle prend en présence des réactifs chimiques. Cette coloration est jaune au contact de la teinture d'iode, et rouge à celui du nitrite de mercure. L'aleurone se présente sous l'aspect féculiforme dans la coupe transversale des fèves blanches et sous forme de cristaux dans les pommes de terre bouillies. Grossissement 50 à 200 diamètres. Préparation à l'huile fine.

Inuline. — Coupe transversale de la racine de Dalhia. Préparation au chlorure de calcium. Grossissement 50 à 200 fois.

L'inuline se présente sous forme de très-petits grains arrondis qui forment une poudre blanche quand ils sont secs. Ces grains ont une réfrin-

gence semblable à celle de l'eau, mais d'après M. Hartig, on peut les rendre très-visibles au moyen de la glycérine iodée.

Les autres matières que l'on peut trouver dans les cellules, la gomme, la dextrine, le sucre, le mucilage, y sont à l'état de solution, de même que divers sels calcaires. On reconnaîtra leur présence de la façon suivante :

Gomme et dextrine. — Sont précipitées en grumeaux par l'alcool.

Sucres. — Coloration rose en présence de matières azotées, sous l'influence de l'acide sulfurique.

Sels calcaires. — Formation d'aiguilles cristallines de sulfate calcaire dès que l'on ajoute de l'acide sulfurique.

CHAPITRE V.

OBSERVATIONS SUR LA FORME DES CELLULES ET SUR LA NATURE DES PAROIS CELLULAIRES.

Pour avoir une parfaite idée de la forme des cellules, il ne suffit pas de faire des coupes transversales et longitudinales ; il faut encore

isoler les cellules. Pour y parvenir, on traitera celles-ci par le procédé macératoire de Schultz, qui a été décrit précédemment au chapitre des réactifs. Il faut encore examiner la nature chimique de la paroi cellulaire. Les principales substances que l'on peut y trouver sont :

Cellulose. — Colorée en jaune par l'iode seul, elle prend une teinte bleue sous l'influence du chlorure de zinc iodé, de même qu'au contact successif de l'iode et de l'acide sulfurique.

Ligneux ou xylogène. — Il n'est pas coloré par l'eau iodée, ni par l'acide sulfurique et l'iode. Il se dissout facilement dans la potasse caustique et difficilement dans l'acide sulfurique.

Subérine. — Produit des effets identiques à ceux du ligneux par la présence de l'acide sulfurique et de la potasse caustique ; mais elle s'en différencie, parce que, chauffée avec le chlorate de potasse et l'acide nitrique, elle est, non pas dissoute comme le ligneux, mais changée en une matière d'apparence cireuse, soluble dans l'alcool et l'éther.

Combinaisons protéiniques. — Colorées en jaune d'or au contact successif de l'iode et de l'acide sulfurique, elles prennent une belle couleur rosée au bout de cinq à dix minutes de con-

tact avec du sucre et de l'acide sulfurique, de même qu'avec le nitrite de mercure.

Chaux et silice. — Toutes deux exigent que l'on soumette la plante à l'incinération dans un creuset de platine. Le squelette inorganique qui reste est formé de chaux, s'il est attaqué par les acides: la silice reste inaltérée.

CHAPITRE VI.

RÉSORPTION, SÉCRÉTION, ROTATION.

On trouve des traces de résorption sous forme de trous ronds dans les coupes d'*Ephedra*, et de trous allongés dans le *Corylus*, etc. Préparation à la glycérine. Grossissement 50 à 150 fois.

Un nouvel organe sécréteur de résine a été découvert, il y a peu d'années, par le professeur Schacht (1). Il se présente sous forme de vésicules allongées et recouvertes de résine qui est soluble dans l'alcool et l'éther. On l'obtiendra en faisant des coupes longitudinales et transver-

(1) Hermann Schacht *Ueber ein neues Secretions Organ in Wurzelstock von Nephrodium Filix-mas* ; Bonn, 1862.

sales du rhizome du *Nephrodium Filix-mas*. Grossissement 50 à 200 fois. Préparation au chlorure de calcium.

Rotation ou circulation intra- cellulaire. — Se voit dans les poils des *Oenothera*, *Clarkia*, *Tradescantia*, mais surtout dans les *Nitella*. On mettra un Fragment de *Nitella* dans une cuvette de verre, au besoin, dans un verre de montre, et de telle façon que ce fragment présente quelques cellules entières et soit légèrement recouvert d'eau. En examinant alors avec un grossissement de 50 à 100 diamètres, on verra un courant ascendant sur l'une des parois de la cellule et descendant de l'autre. Ce mouvement est probablement occasionné par les réactions chimiques qui se passent entre le protoplasme et le reste du contenu liquide de la cellule.

CHAPITRE VII.

OBSERVATIONS DIVERSES SUR LES CELLULES.

Matière intercellulaire. — La matière intercellulaire, sur laquelle la botanique doit de si beaux travaux à H. Schacht, peut s'observer

dans diverses plantes, mais mieux dans les espèces du genre *Pinus*. Les *Pinus canariensis* et *Strobus* sont les plus propres à ces recherches.

On peut détruire, colorer ou isoler la matière intercellulaire.

Pour la colorer, on fera des coupes aussi minces que possible de *Pinus canariensis* ou de *P. Strobus*. La coupe sera mise sur une lame de verre sur laquelle on aura déposé quelques gouttes d'acide nitrique et le tout sera chauffé quelques instants au-dessus d'une lampe à alcool. On lavera bien la préparation et on la préparera à la glycérine. Grossissement 50 et 200 diamètres.

Pour détruire la matière intercellulaire et obtenir les cellules isolées, on emploiera le procédé de Schultz, décrit précédemment.

Pour obtenir la matière intercellulaire isolée, on emploiera le procédé de Schultz, mais après avoir laissé agir pendant 10 ou 20 secondes le mélange d'acide nitrique et de chlorate de potasse, on lavera prudemment la tranche de *Pinus* et on la déposera attentivement avec un pinceau fin dans une goutte d'eau sur un nouveau porte-objet. On ajoutera alors à la préparation une, ou s'il est besoin, deux ou trois gouttes d'acide sulfurique

concentré. On arrêtera l'action du réactif en lavant à l'eau, dès quel'on s'apercevra que tout le ligneux est détruit.

Cette préparation, de même que la précédente, se fera à la glycérine et sur le verre même où se sont produites les réactions; car le transport sur un autre porte-objet est pour ainsi dire impossible. Grossissement 50 et 200 fois.

Couches d'épaississement. — Nous avons dit plus haut que sur la première couche, il se dépose très-souvent une deuxième, une troisième, parfois même un très-grand nombre de couches successives. On pourra très-bien étudier ces couches d'épaississement en faisant des coupes transversale et longitudinale de la racine de *Dictamnus albus*, telle qu'on la trouve dans les drogueries. Grossissement 50 et 200 à 300 fois. Préparation au chlorure de calcium.

Méats intercellulaires. — On désigne sous ce nom des espaces vides résultant de ce que les cellules étant rondes ou ovales, elles ne se touchent pas sur tous les points. On pourra les observer en faisant une coupe transversale de *Lilium Martagon*, *Tulipa sylvestris*, etc. 50 à 100 diamètres. Préparation au chlorure de calcium.

Lacunes. — Les lacunes sont des espaces vides

bornés par un très-grand nombre de cellules. On en trouvera un exemple dans la coupe transversale du fruit de groseillier épineux, etc. Grossissement 25 à 50 diamètres. Préparation au chlorure de calcium.

Multiplication des cellules. — La multiplication des cellules par division s'observera très-facilement en préparant au chlorure de calcium et en examinant à un grossissement de 200 à 600 diamètres la couche verte (*Lepra botryoides*) qui couvre les arbres, surtout pendant l'hiver.

CHAPITRE VIII.

POILS.

Les poils sont des productions épidermiques formées uniquement de cellules. Ils sont tantôt simple, tantôt ramifiés. Parfois ils sont terminés à leur extrémité supérieure par une ou plusieurs cellules remplies d'un liquide particulier et faisant office de glandes. D'autres fois ils portent, comme dans l'ortie (fig. 58), un réservoir à leur partie inférieure. Ce réservoir est rempli d'un liquide qui peut s'écouler quand le poil est cassé.

Sous le nom de lépides, on désigne certaines formes particulières de poils nommés poils en écusson par beaucoup de botanistes.

Poils en écussons. — Ils se présentents sous forme de pellicules membraneuses adhérentes seulement par le centre à la surface qui les porte. On les trouvera à la face inférieure des fenilles de l'*Hippophae rhamnoides*, de l'*Elaeagnus angustifolia*, etc.

Fig. 50 Grossissement 50 et 100. Préparation au chlorure de calcium ou au baume du Canada.

CHAPITRE IX.

ORGANISATION DE LA TIGE DICOTYLÉDONE.

En étudiant une tige dicotylédone régulière, nous pouvons trouver en allant de l'extérieur à l'intérieur : 1° Un épiderme formé de cellules affectant diverses formes, tantôt régulières, tantôt irrégulières (fig. 51) et entre lesquelles on trouve des stomates, petites bouches formées de deux cellules arquées et correspondant à l'intérieur avec une lacune.

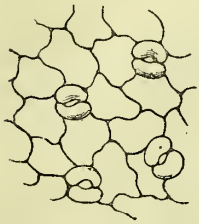


Fig. 51.

Cet épiderme n'existe, comme nous venons de le décrire, que dans les tiges jeunes et herbacées. L'épiderme est très-souvent percé par des soulèvement bruns grisâtres que l'on nomme lenticelles et qui sont formés par le suber.

2° La couche subéreuse, qui suit immédiatement, comprend : le périderme qui est formé par des cellules allongées très-unies à parois épaisses composant des lames fermes, superposées et se détachant assez facilement les unes des autres ; le

suber ou *liége* proprement dit qui est également formé de cellules petites, tantôt carrées et presque cubiques comme dans le *Quercus suber* et le *Liquidambar*, tantôt allongées et aplaties comme dans l'enveloppe des pommes de terre.

3° On trouve ensuite la couche cellulaire herbacée, formée de parenchyme lâche et contenant de la chlorophylle.

4° Le liber comprenant les cellules libériennes proprement dites, qui sont longues à parois épaisses, les vaisseaux cribriformes décrits précedemment et enfin les laticifères dont nous avons déjà parlé également.

L'ensemble de toutes les couches que nous venons de décrire forme le système cortical. Plus intérieurement, nous avons le système ligneux, mais qui est séparé du premier par le cambium ou zone génératrice.

Le cambium, qui sépare le bois de l'écorce, se présente sous forme de cellules à parois minces et délicates. On observera que les cellules les plus extérieures du côté du liber se transforment en fibres corticales et du côté du bois en fibres ligneuses. Nous voici parvenus au système ligneux. On y distingue d'abord un certain nombre de faisceaux formés par des fibres ligneuses, allongées à

parois généralement assez épaises et entremêlées de vaisseaux. — Dans les Conifères, ces fibres ligneuses sont remplacées par des fibres spéciales, déjà décrites sous le nom de fibres ponctuées et ne sont pas entremêlées de vaisseaux.

Les divers faisceaux ligneux sont séparés par des rayons médullaires formés de un ou plusieurs rangs de cellules parenchymateuses à parois minces. Ces rayons, qui prennent leur origine à la moëlle, se divisent parfois peu après et donnent naissance à des rayons secondaires.

Enfin nous trouvons la moëlle formée de cellules de parenchyme; mais entre celles-ci et les faisceaux ligneux, il faut encore remarquer l'étui médullaire, qui se distingue du reste du corps ligneux en ce qu'il renferme des vaisseaux spiraux et annelés.

Telle est la structure de la tige dicotylédone régulière parvenue à un certain âge; plus jeune, elle s'en distingue en ce que l'on y trouve, au lieu de couches continues, un certain nombre de faisceaux fibro-vasculaires isolés, dans chacun desquels on peut distinguer les systèmes ligneux et libériens séparés par une zone de cambium.

Toutes les tiges n'ont point une telle structure. Un certain nombre de tiges de lianes ont

une structure tout-a-fait particulière mais nous ne pouvons ici en dire davantage, car leur étude nous entraînerait trop loin.

Nous allons maintenant indiquer les végétaux ou l'on pourra le plus facilement étudier tout ce qui vient d'être décrit.

Épiderme et stomates. — On préparera au chlorure de calcium et l'on examinera à un grossissement de 50 à 100 fois l'épiderme des plantes suivantes : *Nerium Oleander*, *Iris*, *Saxifraga sarmentosa*. Dans toutes ces plantes, on examinera l'épiderme de la face inférieure des feuilles. On fera aussi des coupes transversales de feuilles et de tiges pour étudier les stomates.

Périderme. — Feuillets qui se détachent du tronc du *Betula alba*. Grossissement 100 à 200 diamètres. Préparation au chlorure de calcium.

Suber. — Coupes transversales et longitudinales du liége du commerce, de même que de celui des vieilles branches du *Liquidambar styraciflua*. Grossissement 50 à 100 diamètres. Préparation au chlorure de calcium.

Liber. — Peut se présenter sous forme d'anneau fermé, comme dans la tige des *Dianthus*, ou sous forme de groupes, comme on l'observe dans les coupes de tiges de *Vinca minor*, *Tilia*,

etc. Grossissement 50 et 200 diamètres. Préparation à la glycérine.

Cambium. — Coupes transversales et longitudinales, faites pendant l'hiver et pendant l'été avec des rasoirs *extrêmement affilés*, des tiges de *Thuya*, *Taxus baccata*, *Larix europaea*, *Pinus sylvestris*, *Pinus Strobus*, *Nerium Oleander*, *Cocculus laurifolius*, *Paulownia imperialis*, etc. Grossissement 50 et 200 diamètres. Préparation au chlorure de calcium. On observera la coloration bleue que prennent les cellules cambiales sous l'influence du chlorure de zinc iodé.

Rayons médullaires. — Coupes transversales, tangentielles et longitudinales du *Cedrus libani*, du *Corylus Avelana*, etc. Préparation à la glycérine. Grossissement 50 et 200 diamètres.

Couches ligneuses. — Coupes longitudinales et transversales de *Tilia*, *Acer*, etc. Grossissement 25 et 100 diamètres. Préparation à la glycérine.

Moëlle. — Coupes de la moëlle du sureau, etc. Grossissement 50 et 100 diamètres. Préparation au chlorure de calcium.

Accroissement de la tige. — Coupes longitudinales et transversales de branches d'un et de trois ans de l'*Acer campesre*, *Tilia europaea*,

etc. Préparation à la glycérine. Grossissement 25 et 100 diamètres.

Tiges dicotylédones irrégulières. — Coupes longitudinales, transversales et tangentielles des tiges de *Anona paludosa*, *Pereskia*, *Hoya carnosa*, *Bignonia*, *Piper*, *Serjania*, *Heteropteris*, *Banisteria Paullinia*, etc. Grossissement 25 et 100 diamètres. Préparation au chlorure de calcium.

ORGANISATION DES TIGES MONOCOTYLÉDONES.

Dans les tiges monocotylédones, on trouve un épiderme avec stomates, un système cortical composé uniquement de cellules et ensuite une moëlle dans laquelle sont épars un grand nombre de faisceaux fibro-vasculaires. Chacun de ces faisceaux se compose, d'un côté, de fibres libériennes et, de l'autre, de fibres ligneuses séparées l'une de l'autre par une zone de cambium.

Coupes transversales et longitudinales de *Ruscus aculeatus Papyrus antiquorum*, etc. Préparation à la glycérine. Grossissement 25 et 100 à 200 diamètres.

TIGES ACOTYLÉDONES.

Fougères. — Quand on examine la tige des grandes Fougères en arbre, on la trouve composée comme suit :

1° Un épiderme lisse et lustré portant les cicatrices des feuilles mortes ; 2° une écorce fort dure, brune, formée de deux assises concentriques, l'extérieure formée de parenchyme polyédrique et l'intérieure composée de cellules allongées ou de prosenchyme ; 3° une zone mince de parenchyme ; 4° un cercle de gros faisceaux fibro-vasculaires inégaux et se reliant en un gros cylindre ligneux continu. Ces faisceaux sont formés : a) d'une gaîne ou enveloppe brune ou noirâtre formée de cellules de prosenchyme, à parois épaisses et ponctuées, b) d'une couche mince de parenchyme peu consistant, c) au centre, d'un groupe nombreux de gros vaisseaux rayés et scalariformes et auxquels s'entremêlent quelques cellules étroites et parenchymateuses. Enfin l'espace intérieur entouré par le cylindre ligneux est comblé par une espèce de moelle formée de parenchyme peu consistant.

Telle est la structure des Fougères arborescentes. On la retrouve, mais un peu modifiée, dans les Fougères de nos climats.

D'après M. Bert, on observe dans les Fougères très-jeunes des trachées et des vaisseaux annelés et spiro-annelés : ce n'est que plus tard que ceux-ci sont remplacés par les vaisseaux scalariformes.

Pour étudier la tige des Fougères, on fera des coupes longitudinales, transversales et obliques du *Pteris aquilina* etc. On employera, un grossissement de 50 et 100 diamètres et on préparera à la glycérine.

Lycopodiacées. — La tige des Lycopodiacées se compose d'une large zone de parenchyme contenant un faisceau central formé de vaisseaux scalariformes réunis en une masse continue ou disposés en lignes irrégulières et rayonnantes.

Pour étudier cette structure, on fera des coupes transversales, longitudinales et obliques de la tige des *Lycopodium clavatum* et *suberectum*. On les préparera au chlorure de calcium et on les examinera à 50 et 100 diamètres.

Équisétacées. — Dans ces plantes, la cuticule est remplacée par une couche de silice amorphe, et la tige est formée de deux cylindres, dont l'externe a reçu le nom de cortical. Ce cylindre

cortical renferme : 1° extérieurement des faisceaux fibreux composés de cellules très-longues et étroites, à parois épaissies et rappelant les fibres libériennes des végétaux supérieurs ; 2° des cellules remplies de chlorophylle entourant ces faisceaux fibreux sur les côtés et en dedans, et formant des espèces de cordons verts ; 3° un tissu cellulaire lâche, à cellules grandissant vers l'intérieur.

Le cylindre interne présente deux tissus différents. Le premier, consistant en cellules larges et contenant des granules d'amidon, constitue la masse de ce cylindre. Le second est principalement formé de fibres étroites fort longues et très résistantes, entremêlées de vaisseaux spiraux annelés ou spiro-annelés.

On étudiera la structure des Équisétacées en faisant des coupes longitudinales et tranversales de l'*Equisetum arvense*, etc. On préparera ces coupes au chlorure de calcium et on les étudiera à l'aide d'un grossissement de 50 et 100 diamètres.

Rhizocarpées. — Dans les Rhizocarpées, il y a un faisceau vasculaire central, composé de vaisseaux entourés de cambium. Le faisceau central est entouré d'une écorce formée d'un (*Salvinia*) ou de plusieurs (*Marsilia* et *Pilularia*) rangs de

cellules parenchymateuses. Ce parenchyme est étoilé et quelquefois interrompu par de grandes lacunes.

Le *Marsilia* possède des vaisseaux scalariformes; dans les *Salvinia* et *Pilularia*, on ne trouve que des vaisseaux spiraux.

On préparera les coupes transversales et longitudinales des plantes dont nous venons de parler au chlorure de calcium et on les examinera à un grossissement de 50 et de 200 fois.

Mousses et *Hépatiques*. — Dans les Mousses et les Hépatiques, la tige consiste principalement en parenchyme, dont la partie la plus extérieure est lignifiée et dont le centre est mou. On n'y trouve généralement point de faisceau central de cellules allongées : quelques-unes de ces plantes en sont cependant pourvues. La tige est aplatie en foliïforme dans la plupart des Hépatiques.

Pour étudier l'organisation de ces tiges, on fera des coupes transversales et longitudinales d'un grand nombre de genres différents. Les grossissements à employer seront 50 et 200 diamètres. Préparations au chlorure de calcium.

CHAPITRE X.

RACINES. — BOURGEONS.

Racine dicotylédone. — La racine est en général organisée comme la tige. On observera seulement que la moëlle, qui existait originairement, disparaît généralement par suite de la croissance centripète de l'anneau fibro-vasculaire. Certaines racines cependant, telle que celle du Noyer, et les racines aériennes de quelques plantes etc., la conservent, au moins sur une grande partie de leur longeur. Pour le reste, sauf quelques modifications dans la croissance et le développement des cellules, on ne remarque point de différence dans les systèmes ligneux et cortical.

Pour étudier la racine, on fera des coupes longitudinales, transversales et obliques des racines de *Corylus Avelana*, *Juglans*, *Populus*. *Pinus*, *Laurus canariensis*, etc. Les préparations, faites à la glycérine, seront examinées à un grossissement de 50 et 200 diamètres.

Racine monocotylédone. — Dans les racines

monocotylédones, on trouve plusieurs ou même beaucoup de faisceaux réunis en un cercle fermé qui occupe le centre de la tige. Ordinairement on ne voit plus la séparation latérale des faisceaux et on ne distingue plus qu'un seul faisceau ; mais sur des coupes transversales bien réussies on voit des groupes de cellules cambiales bien séparées et ayant chacun son faisceau. Parfois aussi on voit un anneau de cellules lignifiées d'un côté et entourant le faisceau central : tel est le cas dans la salsepareille. Cet anneau provient d'un rang de cellules de l'anneau d'épaississement, et, par son apparition, le développement en grosseur de la racine est arrêté.

On étudiera ces racines à l'aide de coupes, dans les deux sens, de racines de *Phoenix dactylifera*, salsepareille du commerce, etc: Grossissement 50 et 200 diamètres. Préparation à la glycérine.

Bourgeons. — Les bourgeons où l'on pourra le mieux faire des coupes longitudinales et transversales et par suite étudier le plus facilement le développement des jeunes feuilles et des jeunes axes floraux sont : *Ricinus communis*, *Sempervivum*, etc. Grossissement 50 et 100 diamètres. Préparation à la glycérine.

CHAPITRE XI.

CUTICULE ET COUCHES CUTICULAIRES. — FEUILLES.

La cuticule revêt l'épiderme de la plupart des végétaux, sous forme d'une enveloppe informe et sans organisation. Les couches cuticulaires, au contraire, qui proviennent des anciennes couches d'épaississement de la membrane extérieure des cellules épidermiques subérifiées, contiennent des canaux poreux. Mais on distinguera surtout très-bien ce qui appartient à l'un ou à l'autre, en chauffant la coupe avec de la potasse caustique. Sous l'influence de ce réactif, la cuticule se dissout et les couches cuticulaires se gonflent.

La cuticule et les couches cuticulaires se voient très-bien dans les coupes transversales des jeunes branches et des tiges de *Viscum*, *Ilex aquifolium*, etc., de même que dans les coupes de feuilles coriaces : *Ilex*, *phormium tenax*, *Cycas*, etc. Grossissement 50 et 100 diamètres pour la cuticule, 300 à 400 pour les couches cuticulaires. Préparation à la glycérine.

Feuilles. — Les feuilles se composent d'un faisceau fibro-vasculaire accompagné de parenchyme, le tout placé entre deux lames d'épiderme.

Le parenchyme est formé de tissu cellulaire coloré par de la chlorophyle et le faisceau fibro-vasculaire dicotylédone au moment où il pénètre dans la feuille comprend un parenchyme propre à la multiplication (continuation de l'anneau cambial) et il est formé à la façon habituelle d'un corps ligneux, placé du côté de la face supérieure, et d'un liber du côté de la face inférieure.

L'épiderme de la face inférieure des feuilles a ordinairement un nombre très-considérable de stomates. Généralement à chaque stomate correspond une petite lacune que l'on désigne sous le nom de chambre pneumatique.

Au reste la structure des feuilles varie énormément et nous devons nous borner aux généralités précédentes ; chaque genre de plantes présentant presque une structure différente.

On étudie le mieux la constitution des feuilles dans les coupes de *Nerium*, *abies*, *pinus*, *phormium*, etc. Ces feuilles seront serrées entre de la moelle de sureau et l'on mettra le tout dans un étau de façon à avoir une large surface pour

couper. Grossissement 50 et 100 à 200 diamètres. Préparation à la glycérine.

CHAPITRE XII.

FLEURS ET FÉCONDATION. — GERMINATION.

Calice et corolle. — Le calice herbacé est généralement constitué comme les feuilles ordinaires. Quand il est pétaloïde il présente la même structure que les pétales. — Les pétales sont également à peu près constitués comme les feuilles. On y remarque deux épidermes ayant habituellement très-peu de stomates et séparés par un parenchyme où l'on trouve des nervures formées par des trachées peu nombreuses. Celles-ci, dans les nervures principales, sont parfois accompagnées par quelques cellules un peu allongées et un peu consistantes. Dans certains pétales qui présentent

un aspect velouté, on remarque que les cellules épidermiques sont relevées en cône.

On observera encore les réservoirs qui contiennent les huiles essentielles et les matières qui donnent ces vives couleurs aux pétales.

On fera des coupes longitudinales et transversales de plantes à sépales verts et colorés et des fleurs à consistance charnue (*Hoya*, etc.) et d'autres à consistance herbacée. Préparation au chlorure de calcium. Grossissement 50 et 100 diamètres.

Pollen. — Les grains de pollen sont généralement constitués par deux membranes, l'extérieure appellée *exine* et l'intérieure, *intine*. La matière fécondante que l'on nomme *fovilla* se trouve à l'intérieur de cette seconde membrane.

L'exine peut présenter des pores et des plis très-variables suivant l'espèce de plante dont on examine le pollen. Les principales formes qu'affecte le pollen sont les formes ovales, rondes, triangulaires et polyédriques. Quant au nombre de plis ou de pores que présente le pollen, on peut consulter le tableau que M. Duchartre a publié à ce sujet dans ses *Éléments de botanique*

de même que celui qu'a donné Schacht dans son *Lehrbuch*.

On étudiera spécialement le pollen des plantes suivantes :

Pisum sativum, toutes les Orchidées et Éricacées, *Cobaea scandens*, *Pelargonium*, *Cucurbita*, *Passiflora*, *Periploca graeca*, *Basella alba*, *Acacia laxa*, *Sherardia arvensis*, *Mimulus moschatus*, *Cichorium Intybus*, etc., etc. On préparera à l'huile ou à la glycérine et on étudiera à un grossissement de 50 à 400 fois suivant la grosseur des grains.

Pour avoir une idée nette sur la constitution du pollen et pour en étudier l'exine, l'intine et la fovilla, on devra en faire des coupes et pour ce, s'y prendre de la façon suivante :

On prendra une baguette de moelle de sureau dont on coupera un bout de façon à avoir une surface bien plane. Sur celle-ci on déposera une couche d'une épaisse solution de gomme. La couche séchée, on en déposera une seconde dans laquelle on mélangera le pollen que l'on veut couper. Après dessiccation, on appliquera une troisième couche de gomme que l'on laissera également sécher. On prendra alors un rasoir évidé aussi tranchant que possible et l'on dirigera deux ou trois fois l'haleine

sur la couche de gomme, après quoi on tâchera d'en faire les tranches les plus minces possibles. Celles-ci sont mises dans une goutte de chlorure de calcium placée sur le porte-objet. La gomme se dissout et laisse les coupes de pollen intactes. On n'aura plus alors qu'à les couvrir d'un couvre-objet et l'on préparera de la façon habituelle.

On peut de la même façon obtenir des coupes minces de petites graines, de spores, etc.

Tubes polliniques. — Les grains de pollen émettent par les pores, les plis ou les déchirures, de longs tubes formés aux dépens de l'intine, et qui pénètrent à travers le tissu du style jusqu'aux ovules.

Le moyen le plus facile d'obtenir des tubes polliniques, c'est de déposer du pollen sur les nectaires des fleurs de l'*Hoya carnosa* ou sur une surface enduite de miel. Après quelques heures, on enlèvera les grains et on les préparera au chlorure de calcium. On trouve aussi des grains polliniques émettant spontanément des tubes en préparant au chlorure les poils de la fleur du *Nicandra physaloides* épanouie depuis un ou deux jours et surtout quand le temps est humide.

On trouve un grand nombre de grains de pollen parmi ces poils. Grossissement 50 à 200 diamètres.

Anthères. — Dans le jeune âge, l'anthère est formée de trois zones ou couches : une couche épidermique, une couche transitoire formant la paroi immédiate des logettes et enfin les assises intermédiaires aux deux précédentes.

Cette couche intermédiaire est spécialement remarquable, parce que, dans la plupart des plantes, elle se compose de cellules spéciales présentant des épaississements en lignes spirales ou bien reliées en réseau. Ces cellules ont reçu le nom de cellules fibreuses.

Purkinge distingue sept espèces de cellules fibreuses, savoir :

1. Les spirales, du Datura, Cheiranthus Cheiri, etc.

2. Les annulaires, de l'Iris, du Convallaria et également du Cheiranthus.

3. Les réticulées, du Fritillaria imperialis, du Viola odorata, Tulipa, etc.

4. Les arquées, du Cucurbita Pepo, Nuphar, Pyrus, Lupinus, Primula sinensis, etc.

5. Les fibres droites et courtes (verticales par rapport à l'endothèque) : Arum, Calla, Anemone, etc.

6. Les arquées, mais se réunissant le plus souvent au centre, en guise d'étoile, des Corydalis, Impatiens, Cactus, Tropaeolum, etc.

7. Les verticales, comme dans le n° 5, mais très-nombreuses et serrées comme des dents ou pectiniformes, des Myosotis, Robinia, Chelidonium, Magnolia, Dahlia, Bellis perennis, et surtout remarquables pour leur grandeur dans l'Adonis.

Pour obtenir ces cellules, on prendra une anthère qu'on pose sur une plaque de verre, dans une goutte d'eau ; on la pressera et la triturera à l'aide d'une barbe de plume d'oie jusqu'à ce qu'elle se partage en petits morceaux, parmi lesquels on choisit, sous l'objectif, celui où l'on distingue quelque peu les fibres. Ce même fragment, d'abord lavé puis remis sur le verre dans de l'eau très-pure, se sépare en pellicules à la suite d'une pression ou trituration faite avec plus de soin, et celle de ces pellicules qui contient les fibres est de nouveau lavée, puis transportée sur un porte-objet où elle est préparée sans dessiccation préalable (Belleroche).

La préparation se fera au chlorure de calcium. Grossissement 50 à 300 diamètres.

Style et stigmate. — Le style est formé d'un

tissu cellulaire parcouru par quelques faisceaux fibro-vasculaires et revêtu d'un épiderme. Son centre est composé d'un tissu à cellules très-allongées, très-délicates et faiblement unies. Ce tissu a reçu le nom de tissu conducteur. Le stigmate est formé de cellules et dépourvu d'épiderme; les cellules superficielles sont proéminentes et présentent des papilles qui en rendent la surface veloutée.

Pour étudier ces organes, on prépare le style et le stigmate entiers d'une petite fleur, par exemple des fleurons du *Taraxacum*, etc. On fera en outre des coupes longitudinale et transversale du style et du stigmate des *Lilium*. Grossissement 25 et 500 diamètres. Préparation au chlorure de calcium.

Ovaire. — L'ovaire est formé d'un épiderme extérieur et intérieur séparés par du tissu cellulaire analogue à celui des feuilles et au milieu duquel on voit un certain nombre de faisceaux provenant du pédoncule. Ces faisceaux fibro-vasculaires se ramifient dans ce tissu et y émettent des divisions spéciales allant aux placentas et aux ovules. On étudiera l'ovaire en faisant des coupes longitudinale et transversale de l'ovaire

des *Iris*, *Tulipa*, etc. Préparation à la glycérine. Grossissement 50 à 100 diamètres.

Ovule et sac embryonnaire. — L'ovule parvenu à l'état parfait, c'est-à-dire propre à être fécondé est en général formé de deux téguments auxquels on a donné le nom de primine et de secondine et recouvrant un corps central nommé nucelle. Peu avant la fécondation, on voit l'intérieur du nucelle se creuser et former ainsi le sac embryonnaire. On remarque alors dans ce sac embryonnaire, à la partie inférieure, deux ou plusieurs vésicules nommées par Schacht les *cellules antipodes*. A la partie supérieure, se voient deux corpuscules *(vésicules embryonnaires)*, composés d'un globule protoplasmatique sans membrane extérieure aussi longtemps que la fécondation n'a pas eu lieu, et revêtu supérieurement par l'*appareil filamentaire*. Cet appareil se compose d'une masse brillante et paraissant formée de filaments.

Le sac embryonnaire avec son contenu, tel que les vésicules embryonnaires et les cellules antipodes, est très-difficile à bien préparer. Pour y parvenir, on prendra les jeunes ovules (ceux des *Hyacinthus orientalis* et *Narcissus Jon-*

quilla nous ont le mieux réussi (1); on les saisira entre le pouce et l'index, et avec un rasoir bien affilé on retranchera successivement les deux côtés latéraux de la graine. La tranche médiane sera préparée au chlorure de calcium et examinée de 50 à 200 ou 300 diamètres.

Pour isoler les corpuscules embryonnaires et étudier l'appareil filamentaire et le globule proto plasmatique dont Schacht a élucidé la véritable composition, on placera la tranche en question sur un porte-objet et l'on procédera à l'isolement en s'aidant du microscope simple avec un grossissement de 40 à 60 diamètres, et d'une couple d'aiguilles extrêmement fines.

Albumen. — L'albumen est tantôt formé de cellules à parois minces et remplies de fécule. d'aleurone (Faba), etc., tantôt de cellules à parois fort épaises et devenant d'une consistance presque cornée. Pour l'étudier dans ce dernier état, on fera des coupes longitudinale et transversale de l'albumen du *Phytelephas macrocarpa* et du *Phoenix dactylifera.* Grossissement 50 et 200 diamètres. Préparation au chlorure de calcium.

(1) Voir : De la fécondation dans le Narcissus Jonquilla et l'Hyacinthus orientalis, par M. Henri Van Heurck, in Annales de la Société phytologique et micrographique de Belgique. Tome 1, p. 9. année 1864.

Pour voir la véritable forme des cellules de l'albumen, on les traitera d'abord par la potasse caustique et ensuite par le chlorure de zinc iodé.

Germination. — La graine du *Ricinus communis* est une de celles qui se prêtent le plus facilement à ce genre d'observation. On en semera un certain nombre et tous les jours on en déterrera une, dont on fera des coupes longitudinales qui seront préparées à la glycérine et examinées avec des grossissements successifs de 50 et 200 diamètres.

CHAPITRE XIII.

CRYPTOGAMES.

Nous ne pouvons entrer dans le détail de l'organisation des Cryptogames ; cette étude nous entraînerait infiniment plus loin que ne le comporte l'étendue que nous pouvons donner à ce volume. Nous nous contenterons donc de fournir les principales données pour la recherche et l'étude des organes de ces végétaux, en renvoyant pour leur description aux ouvrages spéciaux.

§ 1er. — Fougères.

Sporanges et spores. — Préparation à la glycérine. Grossissement 50 à 200 fois.

Prothallium. — On déposera les spores de fougères sur de la terre humide placée sous cloche dans une terrine à semis, dans un endroit chaud. Elles se sèment spontanément dans les serres chaudes, les serres à orchidées, etc. Préparation au chlorure de calcium. Grossissement 50 et 200 diamètres pour examiner les *anthéridies* et l'*archégone* que l'on trouvera en faisant des coupes transversales du prothallium.

Phytozoaires. — Préparation dans une solution de tannin ou de sublimé corrosif faible. Grossissement 200 à 400 fois.

§ 2. — Équisétacées.

Sporanges, prothallium, anthéridies et phytozoaires. — Comme dans les fougères.

Spores avec élathères. — On secouera quelques conceptacles au-dessus du verre destiné à servir de porte-objet et l'on préparera à sec les spores. Grossissement 50 à 100 fois.

§ 3. — **Marsiliacées.**

Tous les organes se préparent comme pour les fougères.

§ 4. — **Lycopodiacées.**

Spores. — Préparation au baume du Canada ou à la glycérine. Grossissement 50 à 400 fois.

Les autres organes comme pour les fougères.

§ 5. — **Characées.**

Anthéridies et sporanges. — Préparation au chlorure de calcium. Grossissement 50 à 100 fois.

Phytozoaires. — Comme pour les fougères.

§ 6. — **Hépatiques.**

Tous les organes se préparent au chlorure de calcium.

§ 7. — **Mousses.**

Anthéridies et paraphyses. — Préparation au chlorure de calcium. Grossissement 50 à 100 fois.

Phytozoaires. — Comme pour les fougères.

Coiffe. — Préparation au chlorure de calcium. Grossissement 25 à 50 fois.

Urne. — Préparée entièrement et coupe longitudinale pour montrer la columelle et le péristome. Préparation à la glycérine. Grossissement 25 à 100 fois.

§ 8. — Lichens.

Apothecium. — Coupe transversale pour montrer les thèques contenant les spores, et les paraphyses. Préparation à la glycérine. Grossissement 50 et 200 fois.

Certains lichens, entre autres le *Lepra botryoides* qui forme une couche verte sur l'écorce des arbres, montrent admirablement la multiplication des cellules par division. Préparation au chlorure de calcium. Grossissement 200 à 400 fois.

§ 9. — Champignons.

Les petits champignons, mucédinées, etc., se préparent entièrement au chlorure de calcium.

Spores, sporidies, basides et cystides. —

Préparation au chlorure de calcium. Grossissement 50 à 200 fois.

§ 10. — Algues.

Les algues filamentaires, *Spirogyra*, etc. et toutes celles dont la couleur ou la texture s'altèrent facilement, se préparent à l'eau camphrée. Grossissement 50 à 200 fois. Les autres se préparent au chlorure de calcium.

APPENDICE.

Microscopes de M. Verick.

Pendant le cours de l'impression de cet ouvrage, nous avons pu étudier les instruments d'un nouveau constructeur, M. C. Verick, qui vient de s'établir à Paris, rue de la Parcheminerie, N° 2. Les instruments de ce constructeur, qui est un élève et un ami intime de M. Hartnack, méritant les plus grands éloges, nous allons les faire connaître.

M. Verick construit six espèces de microscopes composés.

Le microscope composé grand modèle est un magnifique instrument s'inclinant sous tous les angles. La platine est à tourbillon ; elle porte supérieurement une platine mobile s'enlevant à volonté et porte inférieurement un système de diaphragmes à tubes glissant dans des coulisses comme dans les instruments de M. Hartnack. Le miroir est attaché à une tige fendue où il peut glisser de haut en bas de façon à donner de la lumière convergente ou divergente à volonté. Cette tige peut aussi s'incliner à droite, à gauche et en avant et par suite donner de tous côtés de la lumière oblique sous tous les angles.

Le tube de l'instrument glisse dans une pièce à ressort, fort épaisse ; il possède en outre un mouvement prompt à crémaillère. Le mouvement lent est à prisme. En somme cet appareil présente toutes les conditions requises pour un instrument parfait. Les accessoires qui l'accompagnent consistent en 4 oculaires, une loupe sur pied et six objectifs n° 0, 2, 3, 6, 7 et 9.

L'instrument n° 2 diffère du précédent en ce qu'il n'a pas de mouvement prompt à crémaillère, et est simplement à glissement. Il n'est pas non plus accompagné d'une platine mobile, ni d'un compresseur, ni d'un appareil polarisateur. Muni de 4 oculaires, comme l'instrument précédent, et de cinq systèmes d'objectifs n°s 0, 2, 3, 6 et 7, il constitue un instrument excellent et propre à toutes les recherches. Son prix est de fr. 650. Le microscope n° 3 est encore fort bon. Il possède une platine à tourbillon et un miroir mobile comme les précédents. Accompagné de 3 oculaires et de 4 objectifs n°s 2, 3, 6, 7, il est livré au prix de 348 frs.

La construction des 3 autres microscopes diffère notablement.

Le microscope n° 4 à un pied en forme de fer à cheval. L'instrument peut s'incliner, et le miroir

est attaché par une sphère entre deux lames de cuivre où il peut prendre toutes les inclinaisons nécessitées pour la lumière oblique. Nous croyons cependant que cette disposition est peu solide et peu facile à manier. L'instrument n° 5 est suspendu entre deux colonnes de façon à s'incliner. Le pied est en forme de socle rond. Le miroir est articulé comme le précédent. Le microscope ayant un oculaire et un objectif n° 5 se vend fr. 110.

Enfin l'instrument n° 6, quoique moins gracieux que les précédents, est très-suffisant pour quiconque ne veut faire des observations microscopiques qu'en passant. Le pied est en fonte et en forme de fer à cheval. Le miroir est suspendu à une tige articulée et permet toutes les positions pour la lumière oblique. Un disque avec différentes ouvertures remplace les diaphragmes à tubes des modèles précédents. Le mouvement lent est à prisme. Ce microscope avec un oculaire et un objectif n° 4 se vend 80 frs.

Un microscope simple très-bien construit, enchâssé dans un pied en bois servant d'appui aux bras et accompagné de trois doublets est livré au prix de fr. 50.

Examinons maintenant les objectifs qui accom-

pagnent ces microscopes. Ce constructeur, qui a été guidé par M. Hartnack, a sagement profité des enseignements qui lui ont été donnés par ce maître habile. Nous avons pu voir les objectifs n°s 2, 3, 6, 7 et 9. Employés à sec ils sont excellents et peuvent soutenir la comparaison avec ceux de n'importe quel autre constructeur.

Donnons d'abord le tableau des grossissements de ces objectifs.

Objectifs	OCULAIRES			
	N° 1.	2	3.	4.
1	30— 55	60—100	80— 140	100— 170
2	60—100	80—150	120— 220	130— 250
3	80—160	110—210	170— 290	200— 350
6	170—290	220—400	330— 570	350— 600
7	250—400	300—550	480— 780	450— 800
	300—480	400—700	540— 850	590—1000
9	310—560	420—740	620— 970	700—1100
9 à immers.	310—480	400—690	550— 950	670—1200
10 »	340—600	450—760	600—1120	800—1320

Le n° 2 suffit par toutes les observations botaniques ordinaires.

Le n° 3, un peu plus fort, montre assez bien dans

la lumière centrique les stries de l'Hipparchia.

Le n° 6, dans la lumière centrique fait parfaitement voir l'Hipparchia. Dans la lumière oblique, on distingue fort nettement les stries du Pleurosigma. C'est un objectif excellent.

Le n° 7 montre assez bien, dans la lumière oblique, les fines lignes longitudiuales du Surirella et on parvient même à entrevoir les lignes transversales du Vanheurckia.

Le n° 9 résoud nettement en hexagones le Pleurosigma. On voit aussi très-bien, mais moins nettement qu'avec les objectifs à immersion, les lignes transversales du Vanheurckia.

Notons aussi deux objectifs à immersion.

Le n° 9, monté à correction, est un objectif excellent montrant parfaitement le Pleurosigma dans la lumière centrique et les stries des Surirella, Gramnatophora et Vanheurckia dans la lumière oblique.

Le n° 10, qui lorsque nous l'avons vu n'était pas encore entièrement achevé, semblait devoir devenir aussi un excellent objectif. Il est monté à correction comme le précédent.

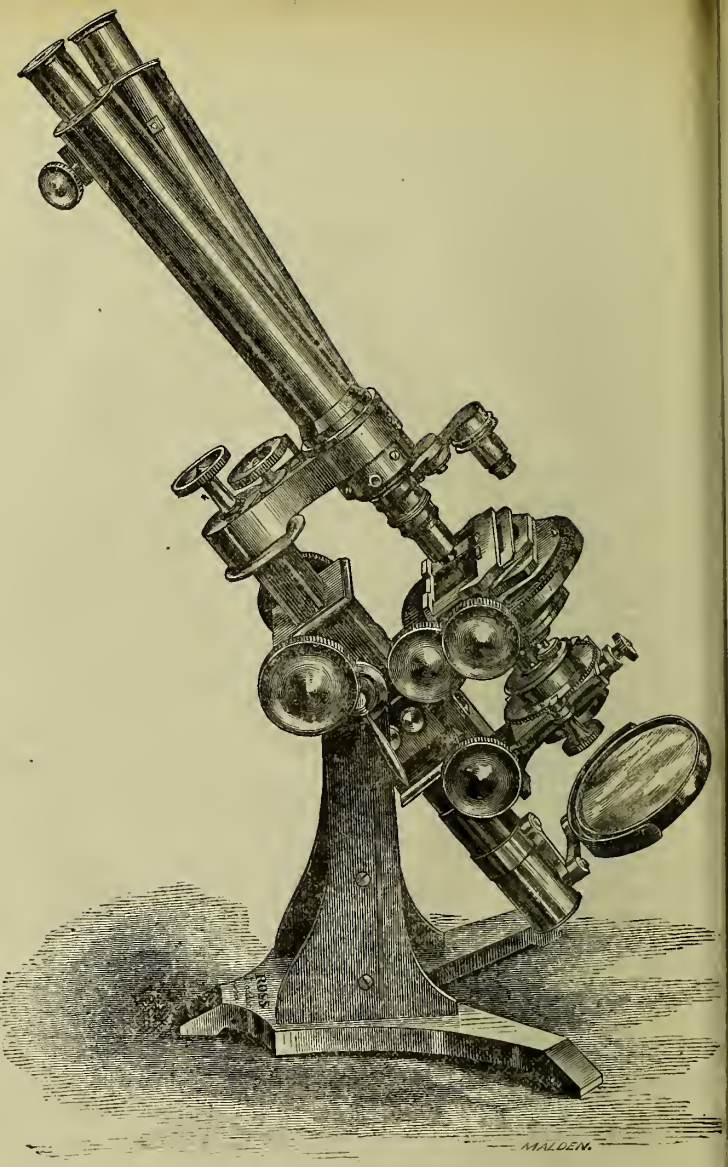
Microtome de M. Rivet.

M. Rivet a imaginé un microtome très-simple

et qui est fabriqué par M. Verick à un prix peu élevé. Cet appareil consiste en un bloc de bois présentant aux deux côtés latéraux une rainure dont l'une forme un plan incliné. Sur ce plan incliné, glisse une pièce de bois portant une pince destinée à serrer les objets dont on veut obtenir des tranches minces et dans l'autre rainure une pièce portant à son extrémité supérieure une lame de rasoir plane d'un côté et maintenue par un écrou. Pour employer cet instrument, on serre l'objet que l'on veut couper, dans la pince, et on glisse celle-ci sur le plan incliné jusqu'à ce qu'on soit à une hauteur proportionnelle à l'épaisseur de la tranche que l'on veut obtenir et indiquée par une échelle placée sur ce plan. On fait alors glisser le rasoir dans sa rainure et la coupe est faite.

Préparations botaniques de M. Eug. Bourgogne.

M. Eugène Bourgogne fils vient de s'établir, rue fossés St-Victor, n° 6 à Paris, comme préparateur special d'objets microscopiques végétaux. Nous avons vu un certain nombre de préparations faites par lui; elles nous ont paru fort bonnes et dignes d'être signalées à l'attention des botanistes.


ROSS
MALDEN.

Microscopes anglais.

Plusieurs de nos souscripteurs nous ont prié de parler des instruments anglais dans cette édition. Nous en dirons donc quelques mots. Les trois constructeurs anglais les plus renommés sont MM. Th. Ross, R. et J. Beck, et Powell et Lealand.

M. Thomas Ross, fils et successeur du célèbre André Ross, a notablement perfectionné les instruments et les objectifs de son père, comme nous avons pu en juger par un examen comparatif.

Cet opticien, qui jouit à juste titre de la plus grande réputation, construit différents modèles de microscopes. Nous ne parlerons ici que de deux d'entre eux.

Le grand modèle fig. 52, quoique présentant de prime-abord l'aspect effrayant des microscopes anglais compliqués, est un excellent instrument fort élégant, et qui, à l'usage, ne laisse rien à desirer, comme un long maniement nous en a convaincu.

Le corps de l'instrument est suspendu entre deux montants, ce qui permet de lui donner l'inclinaison désirée ; lorsque celle-ci est obtenue, une vis de pression permet de le fixer dans cette position.

Le miroir, plan d'un côté et concave de l'autre, peut aussi monter et descendre et en outre prendre toutes les directions à l'aide d'un anneau glissant autour de la tige. Il est attaché à une double articulation pour les études dans la lumière oblique.

La platine est fixe et, à l'aide d'un engrenage, elle peut tourner autour de son axe. Elle porte latéralement des boutons à l'aide desquels on peut faire mouvoir la préparation dans tous les sens. Elle est largement ouverte par en bas, ce qui fait que la lumière oblique y arrive sans peine, malgré son épaisseur apparente.

Le microscope possède un double tube, afin de servir à la vision stéréoscopique. Veut-on ne se servir que d'un seul tube, on tire un petit bouton latéral et le prisme s'écarte de l'axe.

Sous la platine ordinaire se trouve une platine accessoire pouvant s'éloigner et se rapprocher de la première platine. Cette deuxième platine qui est destinée à porter des diaphragmes gradués, l'appareil de polarisation, le concentrateur, etc., est également mobile dans tous les sens et peut de même tourner sur son axe à l'aide d'un pignon engrenant une roue dentée.

Le corps du microscope possède un mouvement prompt par crémaillère et lent par vis de rappel.

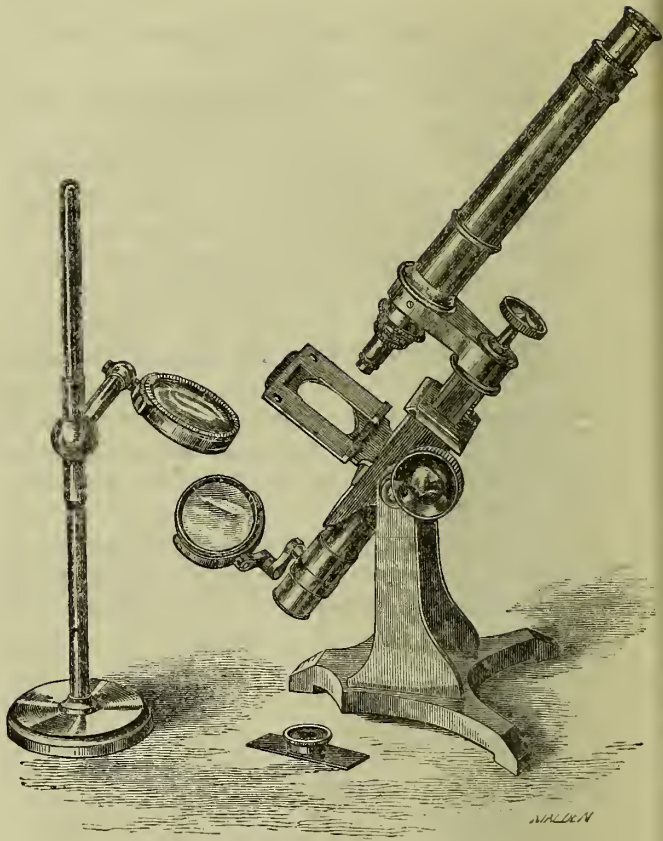
Ces deux mouvements sont d'une précision et d'une douceur admirables.

En somme, l'instrument est aussi parfait que l'on peut le désirer et répond à tous les besoins. Le prix en est malheureusement fort élevé, ce qui résulte de la cherté de la main-d'œuvre en Angleterre et de l'extrême perfection de l'instrument.

Un instrument plus à la portée de toutes les bourses est le microscope d'étudiant fig. 53.

Celui-ci possède un miroir mobile dans tous les sens, un mouvement extrêmement doux par crémaillère, un objectif d'un pouce de foyer, un oculaire, une espèce de compresseur connu sous le nom d'*animalcule cage*, que l'on voit placé au pied du microscope, et une loupe sur pied. Son prix est de 260 frs.

Venons en maintenant aux objectifs de ce constructeur et qu'on peut acquérir isolément de même que la monture et tous les accessoires.



(Fig. 53).

Voici d'abord le tableau des grossissements avec les différents oculaires.

Objectif.	Angle d'ouverture.	Grossissements avec les divers oculaires.					
		A	B	C	D	E	F
5 — 4 pouces.	7 deg. 9 degs.	8 10	13 16	24 30	36 45	52 65	72 90
3 "	12 "	13	20	35	56	84	112
2 "	15 "	20	32	55	90	135	180
1 $\frac{1}{2}$ "	20 "	25	40	70	112	168	224
1 "	15 "	37	60	105	170	255	340
1 "	25 "	37	60	105	170	255	340
$\frac{2}{3}$ "	35 "	60	100	145	270	405	540
$\frac{1}{2}$* "	90 "	95	153	265	420	630	840
$\frac{1}{10}$* "	110 "	140	220	370	650	975	1300
$\frac{1}{7}$* "	100 "	195	310	540	850	1275	1700
$\frac{1}{7}$* "	140 "	195	310	540	850	1275	1700
$\frac{1}{6}$* "	140 "	320	510	700	910	1360	1820
$\frac{1}{5}$* "	140 "	420	670	900	1200	1800	2400
$\frac{1}{12}$* "	170 "	600	870	1200	2000	3000	4000

Tous ces objectifs sont excellents et se distinguent par un pouvoir définissant extrêmement remarquable. Cinq d'entre eux méritent cependant une mention spéciale.

L'objectif d'un pouce est fort beau et convenable pour toutes les recherches qui demandent un faible grossissement.

Le 1/2 pouce est également remarquable. L'objectif a 90 degrés d'ouverture angulaire, mais comme cette grande pénétration nuit quelque peu à la définition, on peut diminuer à volonté l'ouverture à l'aide de deux diaphragmes qui accompagnent l'objectif.

Nous devons en dire autant pour le 1/4 de pouce. Cet objectif ci est d'une beauté extrême et nous ne connaissons aucun objectif qui donne des images d'une netteté et d'une pureté pareilles. Dans la lumière oblique, on résoud fort bien le Pleurosigma en hexagones.

Le 1/8 de pouce est très-beau aussi, de même que le 1/12, qui montre nettement les hexagones du Pleurosigma et les stries du Vanheurckia.

Une chose très-remarquable, c'est que tous ces objectifs supportent des oculaires extrêmement puissants, sans que la beauté de l'image s'altère notablement.

Les oculaires A, B, C. contient 17.6 — Ceux D, E, F. 1 Cio.

M. Ross construit aussi tous les accessoires utiles pour les recherches microscopiques. Nous allons ici décrire les principaux.

Brooke's double Nose-piece. — Cet appareil est formé d'une large tige mobile sur son centre et portant un pas de vis à chacune de ses extrémités et auquel s'adaptent les objectifs. On peut ainsi changer très-promptement le grossissement en ayant toujours l'instrument armé de deux objectifs, le 1/2 et le 1/4 de pouce par exemple. Dans les cas aussi on l'on veut chercher un objet perdu au milieu d'une foule d'autres dans une préparation, cet instrument peut former une espèce de chercheur préliminaire au fort grossissement.

Kelner's orthoscopic Eye-pieces. — Ces oculaires, qui sont achromatiques, donnent des images plus nettes, plus planes et un champ double de celui des oculaires ordinaires. Ils sont au nombre de deux La C et D.

Camera lucida. — C'est la chambre claire de Wollaston qui est fabriquée par M. Ross. Elle est fort bonne. mais exige que le tube du microscope soit placé horizontalement, ce qui est parfois difficile lorsque l'objet que l'on dessine est libre dans un liquide. Cet objet tend alors naturellement à se déplacer.

Condensing Lens on stand.—C'est une loupe sur pied servant à l'éclairage des corps opaques. Une autre loupe (Side condensing Lens) peut se mettre sur la platine même ; elle est naturellement beaucoup plus petite que la première.

Darker's revolving selenite Stage.—Cet appareil, qui s'adapte sur la platine du diaphragme, se compose d'un tube contenant trois disques métalliques. Chacun de ceux-ci contient une lame de sélénite éclairant le champ polarisé d'une couleur différente. Chacune de ces lames peut tourner isolément sur son axe et peut en outre, à l'aide d'un petit levier, être éloignée de l'axe de l'instrument. On peut de cette façon en employer une, deux ou toutes trois à la fois. Le prisme de Nicol se visse en dessous de cet appareil.

Double image Prisme and Plate. — Le premier s'adapte au-dessus de l'oculaire. Cet appareil, combiné avec le prisme de Nicol, sert à démontrer la décomposition de la lumière.

New four-tenths achromatic Condenser. — C'est l'appareil d'éclairage ou concentrateur obligé pour les forts grossissements. Comme son nom l'indique, il se compose d'un objectif de 4/10 de pouce de foyer sous lequel sont adaptés deux diaphragmes concentriques et pouvant tourner

ensemble ou isolément à volonté. Le premier ou diaphragme supérieur se compose simplement d'une plaque tournant sur son axe et percée de trous plus ou moins grands, comme le sont les diaphragmes tournants ordinaires. Le second, placé immédiatement sous le premier, possède une série d'ouvertures avec disque central et une autre avec ouvertures excentriques et allongées.

Reade's improved double hemispherical Condenser. — Il est composé de deux lentilles, très-grandes et presque demi-sphériques placées l'une au-dessus de l'autre à une faible distance. Entre les deux lentilles, se glisse une plaque ayant deux ouvertures triangulaires allongées permettant le passage d'un faisceau de lumière. Ces ouvertures sont couvertes par des lamelles de cuivre que l'on peut faire glisser à l'aide de petits leviers, de façon à permettre le passage de la lumière, par l'une d'elles ou par les deux à volonté. Nous avons obtenu de merveilleux résultats de cet appareil pour les effets de lumière oblique.

Ross Centering Glass. — Il se compose d'une espèce d'oculaire s'adaptant au-dessus des autres oculaires et recouvert d'une lame de cuivre percée au centre d'un trou extrêmement petit. Cet appareil est absolument indispensable pour s'assu-

rer du parfait centrage de l'appareil optique du microscope.

Spotted Lens. — Lentille biconvexe ou plan-convexe, dont le centre est caché par un disque noir. Elle rend de vrais services pour rendre visibles les stries des Diatomées, etc.

Paraboloid de Wenham. — Cet appareil se compose d'un cône en crown évasé en parabole et dont le centre est couvert par une petite plaque en cuivre noirci et pouvant s'abaisser et monter. Cet appareil sert à rendre visible les stries des Diatomées et à montrer les objets transparents éclairés comme objets opaques sur fond noir.

Maltwood's Finder. — Sous forme de préparation, on obtient une photographie présentant une série de 2,500 numéros placés comme l'indique la fig. 54, qui en représente un fragment.

Lorsqu'on veut retrouver, dans une préparation, un objet vu une fois, on remplace l'objet par le Maltwood's Finder et on lit les deux numéros de la case se présentant dans le champ et on les annote sur la préparation. Après, quand on veut revoir l'objet, on met ce chercheur sur la platine et on la fait manœuvrer jusqu'à ce que les numéros indicateurs se présentent dans le champ, alors

on l'enlève et on place la préparation dans la même position et l'objet cherché est trouvé.

10 8	11 8	12 8	13 8	14 8
10 9	11 9	12 9	13 9	14 9
10 10	11 10	12 10	13 10	14 10
10 11	11 11	12 11	13 11	14 11
10 12	11 12	12 12	13 12	14 12
10 13	11 12	12 13	13 13	14 13
10 14	14 14	12 14	13 14	14 14

Fig. 54.

Mentionnons encore les miroirs de Lieberkühn, les réflecteurs latéraux, prisme d'Amici, etc., qui accompagnent les grands instruments.

Enfin pour terminer disons quelques mots d'une nouvelle et excellente lampe destinée aux recherches du soir.

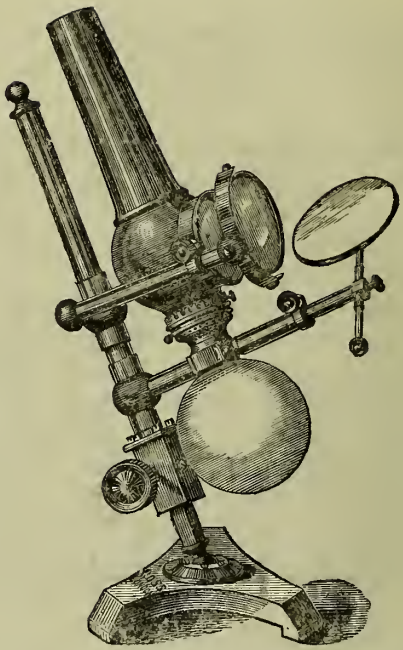


Fig. 55.

Cette lampe (fig. 55) se compose d'une tige pouvant prendre toutes les inclinaisons et portant une lampe à pétrole susceptible de se mettre à toutes les hauteurs voulues à l'aide d'une crémaillère. Le verre est remplacé par un tube en

cuivre rouge, revêtu à l'intérieur d'une couche de plâtre très-blanc pour mieux réfléchir la lumière et ayant antérieurement un verre plan pour le passage de la lumière. Une loupe très-puissante, pouvant prendre toutes les inclinaisons et toutes les directions, est placée devant l'ouverture, mais il peut aussi s'en éloigner et être remplacée par un disque blanc mat pour les faibles grossissements.

Cette lampe est d'une construction excellente et nous a rendu les meilleurs services.

MM. R. et J. Beck (31, Cornhill, E. C.) construisent aussi des microscopes de toute nature et qui jouissent de beaucoup de réputation. Nous n'avons pas eu l'occasion de voir leurs grands instruments, mais nous avons manié des microscopes moyens et nous possédons le microscope universel dont il est parlé ci-dessous. Les objectifs de ces instruments sont fort bons, mais ne nous paraissent pas surpasser les objectifs français de même puissance. Ajoutons cependant que nous ne connaissons point les forts objectifs de ces constructeurs.

Le microscope universel de ces constructeurs (1) (fig. 56) est un instrument dont la forme s'écarte de tout ce que l'on voit habituellement. Le micros-

(1) cet [illegible]

cope tout entier est mobile sur son axe ; il peut prendre toutes les inclinaisons et être fixé dans la direction voulue à l'aide de la vis C. Le tube E s'élève et s'abaisse à l'aide d'un pignon et d'une chaîne cachés dans la pièce *a b c*. Le mouvement prompt est donné par le bouton D et le mouvement lent, par une pression exercée sur le levier F.

La platine H porte une espèce de chariot K. N. Le diaphragme Q peut s'enlever de devant l'ouverture P de la platine. Le miroir concave S est mobile dans toutes les direction à l'aide de la charnière T et du tube R où il est attaché.

Une loupe articulée U est destinée à l'éclairage des corps opaques.

Ce microscope peut recevoir diverses additions parmi lesquelles nous signalons d'abord le tube binoculaire de Wenham représenté (fig. 57). Ce appareil est terminé supérieurement par deux tubes susceptibles de s'éloigner l'un de l'autre pour s'accomoder à l'écartement des yeux de l'observateur.

Inférieurement, on voit un demi-cercle sur lequel sont adaptés 3 objectifs que l'on peut amener successivement dans l'axe du tube. Enfin, l'appareil peut aussi servir comme microscope monoculaire : à cet effet on n'a qu'à tirer la

goupille O, qui éloigne le prisme de l'axe du tube.

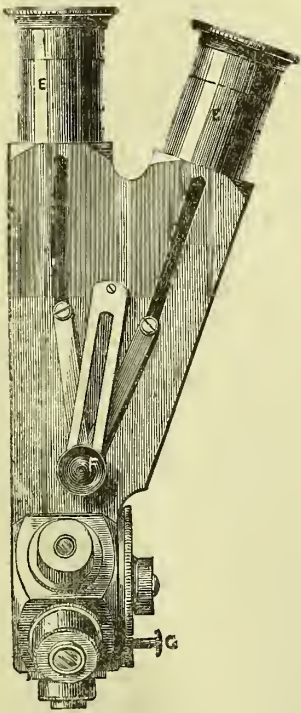


Fig. 57.

MM. Powell et Lealand jouissent également d'une réputation méritée. Nous avons eu l'occasion de voir à Londres, chez M. le Dr L. Beale, un de leurs grands instruments armé de leurs plus puissants objectifs.

Le microscope se rapproche beaucoup du grand microscope de Ross ; il en diffère en ce qu'il repose sur un trépied. La platine, ainsi que la platine adjointe possèdent les mêmes mouvements transversaux que dans le microscope de Ross.

Les objectifs faibles et moyens nous ont semblé donner de très-belles images.

Ces opticiens se sont spécialement fait connaître par leurs objectifs de 1/25 et de 1/50 de pouce (qui correspondent aux objectifs N°s 15 et 18 nouvellement construits par Hartnack).

Nous n'avons pas été bien enthousiasmé de ces deux objectifs. Les images ne nous semblaient pas extrêmement nettes et le foyer était tellement court, qu'il fallait des couvre-objets tout spéciaux, ce qui n'est pas le cas pour les objectifs n°s 15 et 18 de Hartnack. Nous avons cependant appris que depuis cette époque MM. Powell et Lealand ont fait des progrès réels dans la fabrication de ces objectifs si puissants.

Objectifs et oculaires nouveaux de M. Hartnack.

Avant de terminer cet ouvrage nous avons voulu aller voir, à Paris, les derniers perfectionnements réalisés par les constructeurs français. Bien nous en a pris. Nous avons pu en rapporter les objectifs N°s 15 et 18 et des oculaires construits sur un plan tout nouveau, par M. Hartnack, et non encore livrés au commerce.

Ces oculaires, que M. Hartnack nomme holostériques ou solides, sont faits d'un seul morceau de crown bien pur et bien limpide, taillé en cylindre et ayant à ses extrémités des surfaces convexes

à courbes inégales ; ces courbes sont calculées de façon que l'image se forme à l'intérieur du cylindre de crown. Ces oculaires solides ont de grands avantages sur les oculaires ordinaires. Nous citerons surtout la lumière qui est très-belle et considérable et le champ qui est beaucoup plus plane que dans les oculaires ordinaires. Jusqu'ici M. Hartnack n'a encore construit que les n°s 6 et 7 qui grossissent l'image, le premier dix-huit fois et le second vingt-quatre fois.

Venons en maintenant aux objectifs. Le N° 15 est un objectif excellent et méritant tout éloge. Son foyer correspond à un 1/33e de pouce anglais et il supporte sans désavantage de très-forts oculaires. Il montre tous les test sans peine et donne des images d'une netteté et d'une pureté admirables. Il est, de même que le N° 18, monté à double correction.

Le N° 18 est un objectif formé par une combinaison de quatre lentilles, dont la supérieure est une lentille plan-concave à côté plan tourné vers l'oculaire. Cette combinaison est excellente. Cet objectif, qui correspond à un 1/50e de pouce anglais permet l'emploi de couvre-objets plus épais que pour le N° 15. Malgré l'énorme puissance de grossissement de cet obiectif, il donne des images

parfaitement nettes et il permet encore la résolution de tous les tests.

Analyse spectrale microscopique.

M. H.-C. Sorby a imaginé un spectroscope qui s'applique au microscope de Ross comme un oculaire ordinaire.

Cet instrument se compose d'un tube contenant une série de prismes de flint et de crown, superposés et placés au-dessus d'un oculaire ordinaire mais achromatique et dont les lentilles sont susceptibles de se rapprocher ou de s'éloigner.

Entre ces lentilles, se trouve un draphragme à feute pouvant s'agrandir ou se diminuer à volonté à l'aide d'un bouton saillant à l'extérieur du tube, et latéralement à cette fente se trouve placé un petit prisme. Celui-ci sert à donner le spectre de la lumière dont on se sert dans l'observation et qui est réfléchie par un miroir latéral. De cette façon, l'œil reçoit en même temps le spectre normal et celui de l'objet que l'on étudie. Cet instrument rend de vrais services, mais exige naturellement un peu d'habitude de la part de l'observateur qui l'emploie.

Test et Pröbe-Platten de Moller.

Un habile préparateur, M. Moller, de Weddel (Holstein), fabrique des tests fort précieux. Le test gradué ordinaire est formé de 20 Diatomées placées sur une ligne et de plus en plus difficiles.

Ce test peut jusqu'à un certain point remplacer le test de Nobert.

M. Moller arrange aussi des plaques contenant 100 et même 400 Diatomées différentes, placées sur des lignes parallèles, de façon qu'à l'aide d'une seule préparation, on peut étudier tous les genres et grand nombre d'espèces de cette classe. Ces préparations, qui exigent une patience et une habilité toute spéciales, sont naturellement assez chères. Quoiqu'il en soit, nous ne pouvons trop recommander aux micrographes de se procurer au moins le test gradué ordinaire, qui leur rendra les meilleurs services pour l'appréciation de la valeur relative des divers objectifs.

FIN.

TABLE DES MATIÈRES.

PREMIÈRE PARTIE.

Construction du microscope.

Introduction . . . . . Page 9

Du microscope composé. — *Première division : Des parties essentielles.* — § 1. Du pied. — § 2. Du tube. — § 3. De la platine. — § 4. Du mouvement. — § 5. Du réflecteur. — § 6. Des diaphragmes. — § 7. Des objectifs et des oculaires . . . . . Page 12

Deuxième division : Des parties accessoires. — § 1. Appareil de polarisation. — § 2. Prisme oblique. — § 3. Oculaire à dissection et prisme redresseur. — § 4. Chambre claire. — § 5. Compresseur. — § 6. Éclairage de Dujardin. § 7. Diaphragme à verres colorés . . . . . Page 32

Du microscope simple. — Sa construction. — Modèles des divers constructeurs. . . . . Page 39

Emploi du microscope.

§ 1. Situation et disposition du cabinet de travail. — § 2. Choix de la lumière. — § 3 Du grossissement. — § 4. Règles hygiéniques à observer dans les recherches microscopiques. — § 5. Tests objets : 1° Tests organiques. 2° Test de Nobert. 3° Test dioptrique de Harting. — § 6. Exemple d'une application des règles générales. . Page 45

§ 6 bis. Choix d'un microscope. — Microscopes de M. Hartnack. — Microscopes de M. Arthur Chevalier. — Microscopes de M. Nachet. . . . . Page 77

§ 1 Mesure des objets microscopiques. — § 2 Mesure du pouvoir amplifiant. — § 3. Dessin des objets microscopi-

ques. — § 4. Reproduction par la photographie des objets microscopiques. . . . . Page 110

—

Erreurs dans les observations. — § 1. Irisation et diffraction. — § 2. Mouches volantes . . . Page 123

—

Soins à donner à l'instrument. . . . . Page 125

—

DEUXIÈME PARTIE.

Le microscope appliqué à l'Anatomie végétale.

Préparaison des objets.—§ 1. Produits. — § 2. Instruments. — § 3. Réactifs . . . . . Page 128

Procédé opératoire . . . . . Page 139

—

§ 1. Forme des cellules. — § 2. Constitution de la membrane cellulaire. — Vaisseaux. — Recherches sur les vaisseaux. — Fibres. . . . . Page 142

—

Cristaux agglomérés. — Raphides. — Cystolithes. — Nucleus et protoplasme. — Silice. — Tyloses. — Huiles fixes Huiles essentielles. — Fécule. — Aleurone. — Inuline. — Gommes et dextrine. — Sucre. — Sels calcaires. P. 153

Cellulose. — Ligneux ou xylogène. — Subérine. — Combinaisons protéiniques.— Chaux et silice. Page 159

Observations diverses. . . . . Page 161

Matière intercellulaire. — Couches d'épaississement. — Méats intercellulaires. — Lacunes. — Multiplication des cellules. . . . . Page 162

Poils simples. — Poils ramifiés. — Poils en écusson . . . . . Page 166

Tiges dicotylédones. — Epiderme et stomates. — Périderme. — Suber. — Liber. — Cambium. — Rayons mé-

dullaires. — Couches ligneuses. — Moëlle. — Accroissement de la tige. — Tiges dicotylédones irrégulières. 167
Tiges monocotylédones. . . . . Page 172
Tiges acotylédones. — Fougères. — Lycopodiacées. — Rhizocarpées — Mousses et hépatiques. . Page 175
Racine dicotylédone. — Racine monocotylédone. — Bourgeons. . . . . Page 178
Cuticule. et couches cuticulaires. — Feuilles. P. 179
Calice et corolle — Pollens. — Tubes polliniques. — Anthères. — Style et stigmate. — Ovaire. — Ovule et sac embryonnaire. — Albumen — Germination. Page 181

—

§ 1. Fougères. — § 2. Equisétacées. — § 3. Marsiliacées. — § 4. Lycopodiacées. — § 5. Characées. — § 6. Hépatiques. — § 7. Mousses. — § 8 Lichens. § 9 Champignons . . . . . Page 190

Appendice.

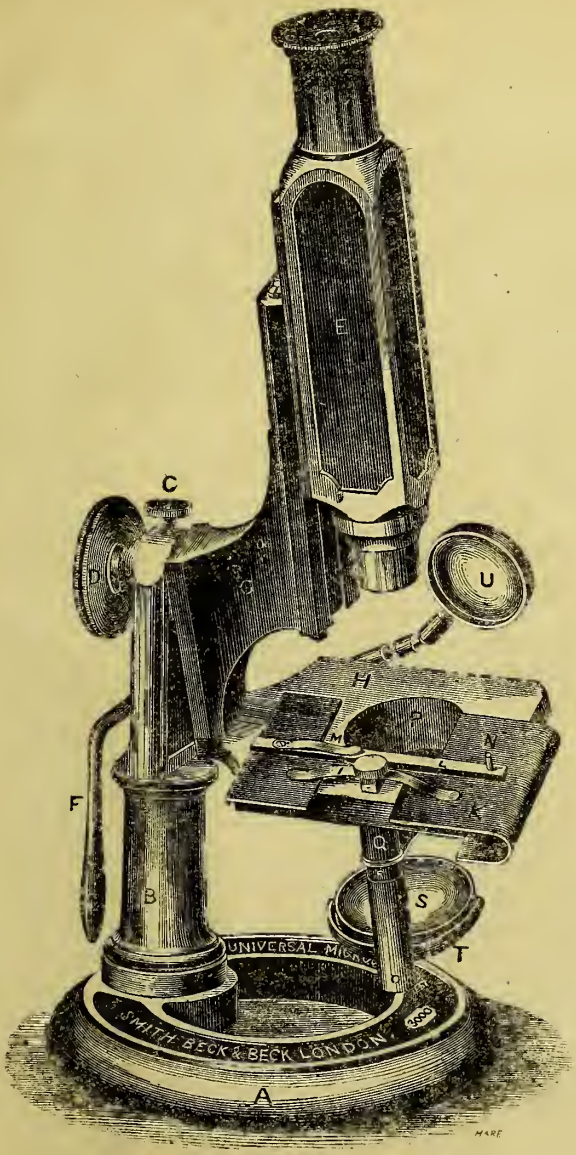
Microscopes de M. Verick. — Microtome de M. Rivet. Préparations botaniques de M. Eug. Bourgogne. P. 195
Microscopes anglais: Microscope de M. Ross. — montures Brooke's double nose pièce. — Kelner's orthoscopic Eye pièces. — Camera lucida. — Condensing lens on stand Darker's revolving Selenite stage. — Double image prisme and plate. — New Four-tenths achromatic condenser. — Reade's condenser. — Ross's centering glass. — Spotted lens. — Paraboloide de Wenham. — Maltwood's Finder. — Lampe nouvelle. — Microscopes de Beck et Beck. — Microscopes de Powell et Lealand. Page 201
Nouveaux oculaires de M. Hartnack. — Analyse spectrale. — Tests et Probbe-platten de Moller . Page 219

—

RECTIFICATION.

Dans les figures de la planche représentant le Vanheurckia vridula le graveur a prolongé les nodules linéaires terminaux jusqu'aux bords de la valve. C'est là une erreur, les nodules n'atteignent pas les bords.

WELLCOME LIBRARY


E
C
D
G
U
H
P
M
N
L
K
F
Q
B
S
T
UNIVERSAL MICRO
SMITH BECK & BECK LONDON
3000
A
MARE

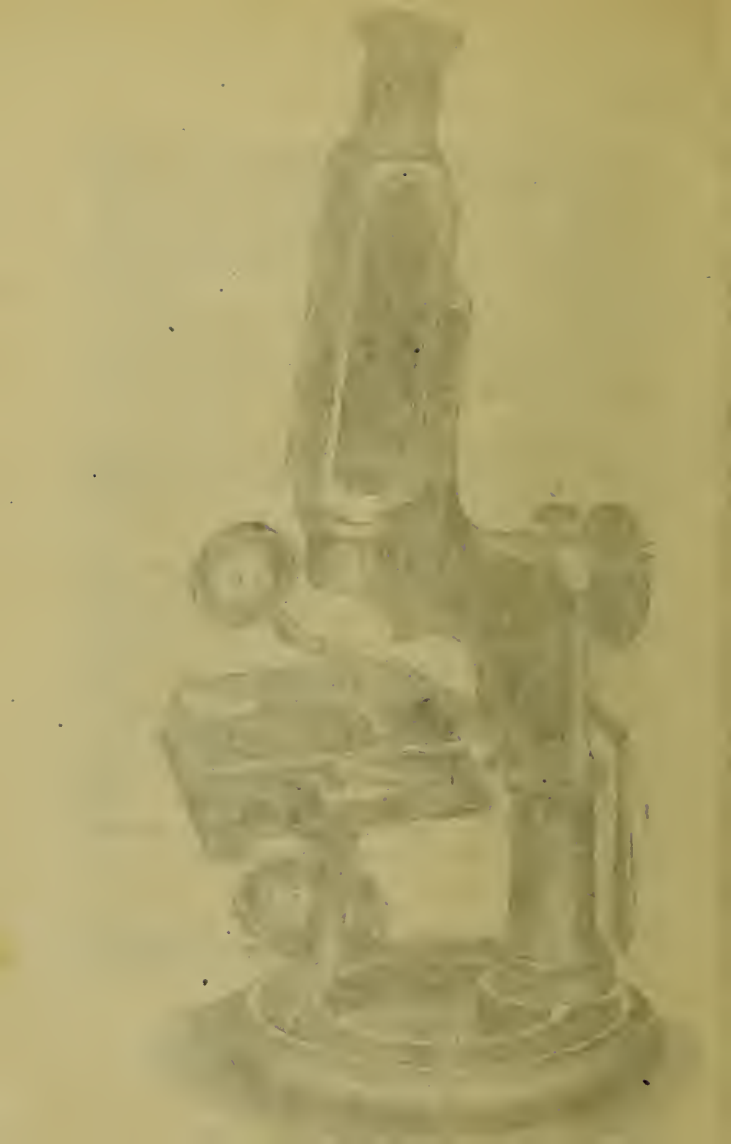



FIG. 56.